

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANČÍ

Efektivnost české koruny na devizovém trhu  
Czech Crown Efficiency on FX Market

Student:	Bc. Ondřej Chládek
Vedoucí diplomové práce:	prof. PhDr. Stanislav Polouček, CSc.

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Ekonomická fakulta  
Katedra financí

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ondřej Chládek**  
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa  
Studijní obor: 6202T010 Finance  
Specializace: 00 Finance  
Téma: **Efektivnost české koruny na devizovém trhu**  
**Czech Crown Efficiency on FX Market**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
  2. Popis devizových trhů
  3. Hypotéza efektivních trhů
  4. Testování efektivnosti české koruny
  5. Závěr
- Seznam použité literatury  
Seznam zkratk  
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce  
Seznam příloh  
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:


FAMA, Eugene, F. A random walk in stock market prices. *Financial Analysts Journal*. 1965, Vol. 21, No. 5. p. 55-59. ISSN 0015-198X.  
LIEN, Kathy. Day Trading and Swing Trading the Currency Market, 2nd ed. New Jersey: John Wiley, 2008. 304 p. ISBN 978-0470377369.  
VESELÁ, Jitka. *Investování na kapitálových trzích*. 2. rozšíř. vyd. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2011. 792 s. ISBN 978-80-7357-647-9.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **prof. PhDr. Stanislav Pplouček, CSc.**

Datum zadání: 23.11.2012

Datum odevzdání: 26.04.2013

  
Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová  
děkanka fakulty

Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracoval samostatně.

V Ostravě 26. 4. 2013

  
.....  
Bc. Ondřej Chládek

Rád bych na tomto místě poděkoval panu prof. PhDr. Stanislavu Poloučkovi, CSc. za cenné rady a připomínky pro psaní práce. Děkuji také panu Jaroslavu Brychtovi z X-Trade Brokers za poskytnutí datového souboru.

# Obsah

1. Úvod.....	5
2. Popis devizových trhů.....	7
2.1 Devizový trh .....	7
2.2 Subjekty na devizovém trhu .....	8
2.3 Hlavní rysy jednotlivých měn.....	10
2.3.1 Česká koruna (CZK) .....	10
2.3.2 Euro (EUR) .....	10
2.3.3 Americký dolar (USD).....	11
2.3.4 Britská libra (GBP) .....	11
2.3.5 Japonský jen (JPY) .....	11
2.4 Obchodování na devizovém trhu .....	12
3. Hypotéza efektivních trhů.....	15
3.1 Teorie efektivních trhů .....	15
3.2 Charakteristika efektivního trhu .....	17
3.2.1 Okamžitá reakce ceny na novou informaci .....	17
3.2.2 Náhodná změna cen .....	17
3.2.3 Neschopnost dosažení nadprůměrného výnosu v delším období.....	18
3.2.4 Neúčinnost obchodních strategií .....	18
3.3 Předpoklady efektivního trhu .....	18
3.4 Formy efektivnosti trhů .....	19
3.4.1 Slabá forma .....	19
3.4.2 Středně silná forma .....	19
3.4.3 Silná forma.....	20
3.5 Historický vývoj teorie efektivních trhů.....	20
3.5.1 Počátky.....	20
3.5.2 Padesátá a šedesátá léta.....	22
3.5.3 Sedmdesátá léta.....	23
3.5.4 Tržní anomálie .....	24
3.5.5 Osmdesátá léta .....	24
3.5.6 Devadesátá léta a počátek 21. století .....	25
3.5.7 Závěr .....	27
3.6 Kritika hypotézy efektivních trhů.....	28

3.6.1 Pozitivní korelace vývoje akcií v krátkém období.....	28
3.6.2 Negativní korelace v dlouhém období .....	28
3.6.3 Predikce na základě ukazatelů kapitálového trhu .....	29
3.6.4 Predikce na základě tržních anomálií.....	29
3.6.5 Přítomnost bublin na akciových trzích .....	30
3.6.6 Úspěchy některých investorů .....	30
3.6.7 Profese investičních analytiků .....	31
3.7 Metody testování slabé formy efektivnosti .....	31
3.7.1 Testy jednotkového kořene .....	32
3.7.1.1 Rozšířený Dickey – Fuller test.....	32
3.7.1.2 Philips – Perron test .....	33
3.7.1.3 Kwitkowski, Philips, Schmidt a Shin test.....	34
3.7.2 Runs test.....	34
3.7.3 Test podílu rozptylů .....	36
3.8 Testy středně silné formy efektivnosti.....	38
3.8.1 Metodika sestavení případové studie .....	38
4. Testování efektivnosti české koruny .....	44
4.1 Vymezení datového souboru .....	44
4.2 Testy slabé formy efektivnosti .....	44
4.2.1 Testy jednotkového kořene .....	45
4.2.2 Runs test.....	46
4.2.3 Test podílu rozptylů .....	47
4.2.4 Shrnutí testů slabé formy efektivnosti .....	48
4.3 Testy středně silné formy efektivnosti.....	49
4.3.1 Sestavení případové studie.....	49
4.3.2 Shrnutí testů středně silné formy efektivnosti .....	55
5. Závěr.....	62
Seznam použité literatury.....	64
Seznam zkratk .....	69
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	
Seznam příloh	

# 1. Úvod

Každý den hledají miliony lidí po celém světě špatně oceněná aktiva. Jedná se nejen o zaměstnance velkých bank, fondů a dalších společností, ale také o jednotlivé občany. Tyto subjekty se po dlouhá desetiletí snaží pomocí nejrůznějších aktivních investičních strategií, jako je technická nebo fundamentální analýza, dosáhnout maximálního výnosu. Příchod málokteré finanční teorie proto vyvolal mezi akademiky i profesionálními obchodníky tolik diskuzí jako hypotéza efektivního trhu.

Hypotéza efektivních trhů předpokládá, že ceny odrážejí veškeré relevantní informace. Nové informace jsou zde plně a okamžitě promítnuty do kurzu cenného papíru. Tržní ceny lze proto považovat za vyjádření správné, vnitřní hodnoty daného aktiva. Platnost této teorie má velký dopad na investory a regulační autority. Na efektivním trhu selhávají aktivní obchodní strategie a obchodníci tak nemohou na jejich základě dlouhodobě a opakovaně dosahovat nadprůměrného výnosu. Nejlepší strategií je proto pasivní nákup aktiv zařazených do tržního indexu. Efektivní trh rovněž nevyžaduje velkou činnost regulačních orgánů.

V současné době existuje mnoho studií, které zkoumají problematiku efektivnosti trhů. Je však nutné zdůraznit, že velká většina z nich je zaměřena na akciové trhy. V posledních letech prudce narůstá obliba obchodování na devizovém trhu, který je možno charakterizovat jako trh s měnami. Vzhledem k velkému rozvoji mezinárodního obchodu v posledních desetiletích je dnes devizový trh největším finančním trhem světa s denním obratem čtyři miliardy dolarů. Existuje celá řada studií, které se zabývají efektivností měn, ale je možno nalézt jen minimum prací, které se v nějakém kontextu zabývají efektivností devizového trhu české koruny. Na rozdíl od mnoha jiných měn neexistuje podle vědomí autora žádná práce, která by byla zaměřena čistě na tuto problematiku.

Cílem práce je proto posoudit efektivnost devizového trhu české koruny ve středně silné formě.

Podle středně silné verze efektivnosti nemohou investoři dosáhnout nadprůměrného výnosu obchodováním na základě minulých a veřejně dostupných informací, protože tyto informace jsou už v cenách zahrnuty. Na středně efektivním trhu tak selhávají strategie zaměřené na zkoumání historických a veřejně přístupných událostí. Jako neúčinné se proto jeví technická a fundamentální analýza.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je pojednáno o devizovém trhu a hypotéze efektivních trhů z teoretického pohledu. Úvodní kapitoly diplomové práce jsou zaměřeny na problematiku devizového trhu, jeho vymezení, popis

subjektů, principy obchodování a charakteristiku zvolených měn. Poté je vymezena podstata hypotézy efektivního trhu a následuje popis nejdůležitějších událostí z hlediska historického vývoje. V dalších kapitolách je formulován výčet charakteristik a předpokladů, které musí efektivní trh splňovat. V další části dochází k rozdělení efektivního trhu do tří forem podle druhu informací, jež jsou v cenách zahrnuty. Vzhledem ke kontroverznosti hypotézy jsou dále shrnuty nejvýznamnější argumenty obou stran. V poslední fázi teoretické části jsou definovány postupy, které budou využity pro provedení testů efektivnosti. Dříve než je možno zpracovat testy středně silné verze efektivnosti, je nezbytné provést testy slabé efektivnosti, které zahrnují testy jednotkového kořene, runs test a test podílu rozptylů. Jestliže je trh efektivní ve slabé formě, je možno přistoupit k testům středně silné efektivnosti. Pro tyto účely bude sestavena případová studie, která zkoumá rychlost, s níž je nová informace zahrnuta v ceně aktiva.

V aplikační části je testována středně silná verze efektivnosti české koruny. Nejprve jsou vymezena příslušná data. Poté je možno přistoupit k samotným testům efektivnosti, které zahrnují praktickou aplikaci metod, jež byly popsány v teoretické části. Na závěr jsou shrnuty výsledky, aby bylo možno učinit konečný závěr.

Výsledkem práce bude potvrzení nebo vyvrácení platnosti středně silné formy efektivnosti trhu české koruny. Vzhledem k velikosti a likviditě devizového trhu očekávám, že testy potvrdí platnost hypotézy pro českou korunu.



## 2. Popis devizových trhů

Efektivnost bude testována v kontextu devizového trhu. V této části bude proto přiblížena podstata devizového trhu. Následující kapitoly jsou zaměřeny na problematiku vymezení devizového trhu, popis subjektů, principů obchodování a charakteristiku zvolených měn.

### 2.1 Devizový trh

Devizový trh je celosvětovým mezibankovním trhem, na kterém probíhá obchodování s měnami. Jedná se o mimoburzovní trh, kde spolu jednotliví tvůrci komunikují prostřednictvím internetu, telefonu nebo faxu. Na rozdíl od akciového trhu neexistuje jeden centrální orgán, který by zaznamenával všechny transakce. Obchody jsou prováděny primárně bankami mezi sebou, proto se jedná o mezibankovní trh. Kurzy nabízené jednotlivými bankami se proto teoreticky mohou od sebe velmi lišit. Vzhledem k obrovské likviditě trhu je však tento fakt omezen. Devizový trh je ve skutečnosti největším finančním trhem světa.

Obchodování na devizovém trhu probíhá od nedělního do pátečního večera 24 hodin denně. Jak však uvádí K. Lien (2009), takové konstatování je trochu zavádějící. Ve skutečnosti existují tři hlavní obchodní seance – asijská, evropská a americká, které jsou spojeny s otevírací dobou tamních bank. Jak je patrné z tabulky (2.1), největší objem transakcí se uskutečňuje v Evropě a ve Spojených státech.

Tabulka 2.1: Podíl světových devizových center podle obrátu (%)

Země	Rok		
	2004	2007	2010
Velká Británie	32	35	37
USA	19	17	18
Japonsko	8	6	6
Švýcarsko	3	6	5
Singapur	5	6	5
Hongkong	4	4	5

Zdroj: Triennial Central Bank Survey 2010, Banka pro mezinárodní platby, dostupné na <http://www.bis.org/publ/rpfx10t.pdf>

V tabulce (2.2) můžeme vidět, kdy jsou obchodníci nejaktivnější. Lze říct, že převážná většina transakcí probíhá mezi osmou hodinou ráno a desátou hodinou večer

středoevropského času. Zvláště likvidní jsou devizové trhy mezi 14 a 16 hodinou, kdy dochází k průniku evropské a americké sekce.

Tabulka 2.2: Hlavní doba obchodování na devizovém trhu (středoevropský čas)

Oblast	Klíčový trh	Doba
Asie	Tokio	1.00 - 10.00
Evropa	Londýn	8.00 - 16.00
USA	New York	14.00 - 22.00

Zdroj: Kathy Lien, Day Trading Swing Trading the Currency Market, s. 67 - 71

## 2.2 Subjekty na devizovém trhu

Základním subjektem devizového trhu jsou banky, které vystupují v roli tvůrců trhu. Největší objem transakcí připadá na obchody velkých bank mezi sebou. Měnové kurzy u těchto transakcí jsou výhodnější než kurzy při obchodech bank se svými klienty. Aby však banka mohla mít do tohoto systému přístup, musí mít zajištěnou speciální smlouvu s ostatními bankami. Ve skutečnosti jsou tyto devizové kurzy dostupné pouze největším světovým bankám. Druhou skupinou jsou obchody bank se svými klienty, kam patří hlavně menší banky, finanční společnosti, nefinanční podniky a retailoví klienti. V tabulce (2.3) můžeme vidět, které banky mají největší tržní podíl.

Tabulka 2.3: Banky podle tržního podílu na devizovém trhu v roce 2012 (%)

Pořadí	Společnost	Podíl obchodů
1	Deutsche Bank	14,57
2	Citigroup	12,26
3	Barclays	10,95
4	UBS	10,48
5	HSBC	6,72
6	JP Morgan Chase	6,6
7	Royal Bank of Scotland	5,86
8	Credit Suisse	4,68
9	Morgan Stanley	3,52
10	Goldman Sachs	3,12

Zdroj: <http://www.bloomberg.com/news/2012-05-09/deutsche-bank-fends-off-surge-citigroup-as-top-currency-trader.html>

Hedgeové fondy a investiční firmy jsou druhou nejvýznamnější skupinou na devizovém trhu. Tyto subjekty disponují velkým množstvím hotovosti a jednotlivé obchody proto mohou mít velký dopad na vývoj měnových kurzů. Jejich aktivita je založena na spekulativních obchodech na svůj účet a na účty svých klientů. Často jim bývá připisována odpovědnost za některé významné měnové krize, jako byla asijská měnová krize v devadesátých letech dvacátého století nebo propad britské libry a nucené opuštění systému fixních měnových kurzů Velkou Británií v roce 1992.

Aktivita nefinančních podniků na devizovém trhu souvisí s rozvojem mezinárodního obchodu. Společnosti potřebují zahraniční měnu například k investicím v zahraničí, za exportované zboží potom dostávají zaplacené v zahraniční měně a potřebují proto devizový trh pro následnou konverzi. Vzhledem k existenci měnového rizika využívají mnohé firmy nejenom spotové operace, ale také různé finanční deriváty jako jsou opce, futures, forwardy a swapy.

Retailoví klienti tradičně potřebovali zahraniční měnu při zahraničních cestách nebo k platbě za dodané zboží. S rozvojem informačních technologií výrazně stoupl počet drobných investorů, pro které představuje obchodování přivýdělek nebo dokonce hlavní zdroj příjmů. Díky elektronickému obchodování mohou investoři dosáhnout na lepší měnové kurzy než v minulosti. Vzhledem k menšímu objemu transakcí jsou ale tyto subjekty stále nuceny přijmout horší sazby než velké mezinárodní společnosti. Retailoví investoři provádějí obchody na devizovém trhu prostřednictvím brokera. Činnost brokera spočívá ve shromažďování požadavků na nákup a prodej od ostatních účastníků na trhu a poté se snaží spojit nabídku s poptávkou. Jak uvádí S. Polouček (2006), hlavní výhodou brokerů je soustředění více požadavků na obchod na jednom místě. Služby brokerů se proto vyrovnají kontaktování několika bankovních dealerů.

Devizový trh není využíván pouze domácnostmi a podniky, významnou roli hrají také zásahy centrálních bank. Cílem jejich intervencí je stabilizovat, případně změnit hodnotu měnového kurzu. Vysoká volatilita měny, příliš silná nebo příliš slabá měna mají negativní ekonomické dopady. Centrální bankéři proto mohou přistoupit ke slovní intervenci, jako se stalo v rámci společné akce několika středoevropských měnových autorit v roce 2008. Měnový kurz je možno ovlivnit také nastavením úrokových sazeb nebo politikou kvantitativního uvolňování. V případě neúspěchu může centrální banka přistoupit k přímé intervenci na devizovém trhu prostřednictvím nákupu nebo prodeje dané měny, k čemuž se v posledních letech odhodlaly například centrální banky Švýcarska a Japonska. Jak je však

vidět z událostí poslední doby, některé akce centrálních bank jsou značně kontroverzní a mohou případně vést až k měnovým válkám.

## 2.3 Hlavní rysy jednotlivých měn

Efektivnost české měny bude testována na páru s eurem, americkým dolarem, britskou librou a japonským jenem. V této kapitole budou stručně shrnuty nejdůležitější rysy jednotlivých měn. Uvedené měnové páry patří dlouhodobě k nejlikvidnějším, obrat spotových devizových kontraktů můžeme vidět v tabulce (2.4).

Tabulka 2.4: Obrat spotových devizových kontraktů (za celý měsíc v mil. USD)

Období	Měnový pár			
	CZK/EUR	CZK/USD	CZK/GBP	CZK/JPY
Duben 2004	10 136,33	776,53	27,91	10,91
Duben 2007	11 074,5	4 770,5	37,5	5,0
Duben 2010	10219,75	4469,17	158,47	4,55

Zdroj: [http://www.cnb.cz/cs/financni\\_trhy/devizovy\\_trh/trilety\\_pruzkum/index.html](http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/trilety_pruzkum/index.html)

### 2.3.1 Česká koruna (CZK)

Vznik české koruny je spojen se vznikem České republiky. Přestože ale samostatná česká měna právně vznikla již 1. ledna 1993, fakticky existovala teprve až po provedení měnové odluky v únoru 1993. V říjnu 1995 se česká koruna stala plně směnitelnou měnou. Po měnové krizi opustila Česká národní banka režim fixního měnového kurzu a koruna tak přešla na konci května 1997 do flexibilního měnového režimu. Můžeme říct, že poptávka zahraničních subjektů po české měně stoupala s rostoucím zapojením země do mezinárodního obchodu. Jak je ale patrné z tabulky (2.5), česká koruna není světově významnou měnou, protože zaujímá podíl pouze 0,1 % na denním obratu devizového trhu. Česká koruna není ani považována za rezervní měnu.

### 2.3.2 Euro (EUR)

Euro je oficiální měnou 17 zemí Evropské unie. V tabulce (2.5) vidíme, že euro je druhou nejdůležitější rezervní měnou, ve třetím čtvrtletí 2012 zaujímalo 24% podíl na alokovaných devizových rezervách centrálních bank. V minulosti bylo vnímáno jako jasná protiváha amerického dolaru a příležitost k diverzifikaci finančních investic. Současná politická nejistota, dluhové problémy některých států a slabý ekonomický růst znamenaly

částečnou revizi těchto úvah. Je otázkou, v jaké formě bude eurozóna v budoucnu pokračovat, zdá se však, že hrozba odchodu některých států z měnové unie není v současné době aktuální. Z tabulky (2.5) je zřejmé, že podíl eura na denním obratu devizového trhu dosahuje hodnoty téměř 39 procent.

### **2.3.3 Americký dolar (USD)**

Spojené státy americké jsou nejsilnější ekonomikou světa. Od toho se odvíjí také význam amerického dolaru, který se podílí z 85 procent na denním obratu devizového trhu, což můžeme vidět v tabulce (2.5). Americký dolar je považován za nejvýznamnější rezervní měnu. Jak je zřejmé z tabulky (2.5), ve třetím čtvrtletí 2012 bylo 62 procent alokovaných devizových rezerv tvořeno dolarem. Vzhledem k expanzivní politice americké centrální banky využívají investoři dolar pro financování carry obchodů, kdy dochází ke krátkému prodeji měny s nízkými úrokovými sazbami a nákupu vysoce úročené měny.

### **2.3.4 Britská libra (GBP)**

K. Lien (2009) uvádí, že vzhledem k významnosti energetického průmyslu pro britskou ekonomiku má britská libra pozitivní korelaci s cenami ropy. Významnou pozici zaujímá finanční sektor s velkými bankami a rozvinutým kapitálovým trhem. Jak můžeme vidět v tabulce (2.1), Londýn je ve skutečnosti hlavním a nejdůležitějším devizovým centrem. Britská měna je podobně jako americký dolar nebo japonský jen typická nízkými úrokovými sazbami, proto je často využívána jako prodejní měna na krátko v rámci carry obchodů. V tabulce (2.5) vidíme, že podíl britské měny dosahuje 13 procent denního obratu devizového trhu a čtyř procent z hlediska alokovaných devizových rezerv.

### **2.3.5 Japonský jen (JPY)**

Japonsko se dlouhou dobu potýká s velmi nízkým ekonomickým růstem a má dlouhodobě nejnižší úrokové sazby ze všech vyspělých států, proto je jeho měna vyhledávána v rámci carry obchodů. Jak můžeme vidět v tabulce (2.5), podíl jenu na denním obratu devizového trhu dosahuje 19 procent. Vzhledem k exportnímu zaměření země je důležitá stabilita měnového kurzu, proto je japonská centrální banka historicky velmi aktivní na devizovém trhu. Expanzivní monetární politika prostřednictvím kvantitativního uvolňování se setkala na začátku roku 2013 s negativním ohlasem v zahraničí, které se obává oslabování jenu a posilování svých vlastních měn. Japonský jen je všeobecně vnímán jako rezervní měna.

V tabulce (2.5) můžeme vidět, že ve třetím čtvrtletí 2012 byly čtyři procenta alokovaných devizových rezerv tvořeny jenem.

Tabulka 2.5: Vybrané ukazatele pro jednotlivé měny (%)

Měna	Podíl na denním obratu devizového trhu *	Podíl na celkových alokovaných devizových rezervách**
CZK	0,1	-
EUR	39,1	23,9
USD	84,9	64,9
GBP	12,9	4
JPY	19,0	3,9

Zdroje: Triennial Central Bank Survey 2010, Banka pro mezinárodní platby, dostupné na <http://www.bis.org/publ/rpfxfl0t.pdf>, Currency Composition of Official Foreign Exchange Reserves, MMF, dostupné na: <http://www.imf.org/external/np/sta/cofer/eng/cofer.pdf>

\* Měnová transakce zahrnuje dvě měny, po započtení všech měn by proto byl celek 200%.

\*\* MMF nepovažuje českou korunu za rezervní měnu, data proto nejsou dostupná.

## 2.4 Obchodování na devizovém trhu

Měny jsou na devizovém trhu kótovány v měnových párech, které vyjadřují cenu jedné měny za druhou. První měna je vždy základní a druhá se označuje jako kótovací. Existují dva základní způsoby stanovení kurzu. První metodou je přímá kotace, která vyjadřuje počet jednotek domácí měny za jednu jednotku zahraniční měny. Tato forma ve světě převažuje. Druhou metodou je poté nepřímá kotace určující počet jednotek zahraniční měny za jednu jednotku domácí měny. Nepřímá kotace se používá pouze pro některé měny, jako například euro, britskou libru nebo australský dolar.

Na devizovém trhu nedochází ke zveřejňování kurzů pro všechny možné měnové páry. Všechny měny jsou však kótovány vůči dolaru. Na základě kurzů dvou měn vůči dolaru je možno stanovit kurz pro daný měnový pár. Tyto měnové páry se označují jako křížové nebo syntetické měnové páry. Jako příklad lze uvést měnový pár AUD/JPY, kdy klient požaduje nákup australského dolaru. Dealer nejprve nakoupí dolar z páru AUD/USD a poté nakoupí americký dolar z páru USD/JPY. Poměr obou kurzů vyjadřuje kurz pro pár AUD/JPY.

Jednotlivé měny se mohou na devizovém trhu zhodnocovat (apreciace) nebo znehodnocovat (depreciace). Při zhodnocování dochází k posilování domácí měny vůči zahraniční měně, například ke změně devizového kurzu z 20 CZK/USD na 18 CZK/USD. Depreciace vede naopak k oslabování domácí měny vůči zahraniční měně, jako například pohyb z 20 CZK/USD na 22 CZK/USD. Pokud dochází k pohybům devizových kurzů na základě úředního rozhodnutí, jedná se o revaluaci a devaluaci.

Při zveřejňování kurzů uvádějí banky dva kurzy – nákupní (bid) a prodejní (ask). Jedná se proto o dvoucestné kótování. Jako příklad lze uvést měnový pár CZK/USD s kurzy 22,238 a 23,102. Na oba kurzy je nutno nahlížet z pohledu banky. Ta bude nakupovat 1 dolar za 22,238 Kč a prodávat 1 dolar za 23,102 Kč. Rozdíl mezi oběma hodnotami je spread, který je ziskem banky. Výše spreadu je významně ovlivněna likviditou dané měny. S rostoucí likviditou měny klesá v důsledku vyšší konkurence jeho velikost. Dalším faktorem je velikost celkové transakce. Pro malé operace jsou kurzové spready větší než pro velké transakce. Roli hraje také riziko měny, kdy pro méně obvyklé a rizikové měny jsou typické vyšší spready.

Dalším důležitým termínem je pip neboli bod. Jde se o nejmenší možný pohyb měnového páru. Většina měnových párů se standardně kotuje na čtyři desetinná místa, nejmenší možný pohyb je tedy o 0.0001. První číslice měnového kurzu není třeba kótovat, protože k jejich změně dochází jen velmi zřídka.

Základní jednotkou obchodování je lot, což je standardizovaná velikost každého obchodu na devizovém trhu. Klasický lot se skládá ze 100 000 jednotek základní měny. Vzhledem k velikosti takové transakce však nabízí většina brokerů také menší objemy. Jedním z nich je mini lot, který zahrnuje 10 000 jednotek základní měny. Nejmenší dostupnou volbou je poté mikro lot, který je složen z 1000 jednotek základní měny.

Pro určení potenciální velikosti zisku či případné ztráty z obchodu je zapotřebí znát hodnotu bodu. Pokud má obchodník ujasněnu velikost obchodu, tedy velikost lotu, může přesně vypočítat svůj potenciální zisk nebo potenciální ztrátu. K tomuto výpočtu poslouží právě hodnota bodu. Tu zjistíme tak, že vynásobíme velikost obchodovaného objemu hodnotou jednoho pipu v desetinném vyjádření. Výpočet bodu pro jeden klasický lot u měnového páru EUR/USD bude následující:  $100\,000 \times 0.0001 = 10 \text{ USD}$ .

Obchodování na devizovém trhu probíhá pomocí pákového efektu. Retailoví investoři totiž většinou nedisponují takovými částkami, aby mohli zaplatit celou transakci ze svých prostředků. Brokeři proto poskytují klientům krátkodobý úvěr na úvěrový účet. Před provedením obchodu musí investor na tento účet složit zálohu, která se nazývá počáteční marže. Broker poté poskytne investorovi zbylou částku ve formě úvěru. Velikost páky je

úměrná velikosti složené zálohy a její výše je z velké míry závislá na tom, jak velkou kapitálovou silou broker disponuje. Když broker požaduje složení zálohy 1000 USD za jeden standardní lot ve výši 100 000 jednotek, pak je investorova páka 100:1. Využívání pákového efektu je spojeno s možností dosažení velkých zisků, ale také značných ztrát. Čím vyšší páku investor využívá, tím vyšší je potenciální výnos, ale také riziko. V případě negativního vývoje, kdy se ztráta přibližuje zaplacené záloze, vyšle broker signál, který vyzývá investora k doplnění dalších finančních prostředků. Pokud tyto prostředky investor nedodá, potom dochází k uzavření pozice a investor přichází o původní zálohu.



### 3. Hypotéza efektivních trhů

V této části je charakterizována hypotéza efektivních trhů. Je uvedena podstata hypotézy efektivního trhu, nejdůležitější události z hlediska historického vývoje, charakteristiky a předpoklady efektivního trhu, jednotlivé formy efektivnosti a nejspornější body celé hypotézy.

#### 3.1 Teorie efektivních trhů

M. Jenson (1978) tvrdí, že trh je efektivní vzhledem k množině informací, pokud nelze na jejím základě dosáhnout nadprůměrného výnosu. Jiní autoři nabízejí přesnější vymezení. B. G. Malkiel (1999) uvádí, že kapitálový trh je efektivní, jestliže ceny plně odrážejí všechny relevantní informace. Trh je efektivní vzhledem k množině informací, pokud by ceny nebyly ovlivněny zveřejněním těchto informací všem účastníkům na trhu. Zároveň je nemožné na základě dané množiny informací dosáhnout nadprůměrného výnosu.

Investoři vyhledávají špatně oceněné cenné papíry, u nichž očekávají růst nebo pokles. Hypotéza efektivních trhů tvrdí, že investoři nejsou schopni taková aktiva najít a jejich obchodní systémy proto selhávají. Obchodníci by měli považovat tržní ceny za vyjádření správné, vnitřní hodnoty daného aktiva. Právě tento fakt činí z teorie jedno z nejkontroverznějších a nejdiskutovanějších finančních témat, na jehož správnosti se neshodnou ani významné osobnosti financí. J. Clarke, T. Jandik, G. Mandelker (2001) uvádí při této příležitosti příklad slavného a úspěšného investora P. Lynche, který odmítá závěry teorie, a významného harvardského finančního ekonoma M. Jenson, jenž je naopak zastáncem hypotézy efektivních trhů.

E. F. Fama (1970, s. 385) vyjádřil nemožnost dosažení nadprůměrných výnosů pomocí následujících vzorců:

$$X_{i,t+1} = P_{i,t+1} - E(P_{i,t+1} / \Phi_t) \quad (1)$$

$$E(X_{i,t+1} / \Phi_t) = 0 \quad (2)$$

kde  $X_{i,t+1}$  označuje nadprůměrný výnos aktiva  $i$  v čase  $t + 1$ ,

$E$  značí očekávanou hodnotu,

$P_{i,t+1}$  je cena aktiva  $i$  v čase  $t + 1$ ,

$\Phi_t$  vyjadřuje množinu informací, které jsou obsaženy v ceně  $P$  v čase  $t$ .

Na efektivním finančním trhu je skutečná výnosová míra rovna očekávané výnosové míře. Tento stav se nazývá fair hra. J. Veselá (2011, s. 580) tvrdí, že tuto situaci lze matematicky vyjádřit jako:

$$R_{i,t+1} = E(R_{i,t+1} / \Phi_t) + E_{i,t+1} \quad (3)$$

kde  $R_{i,t+1}$  označuje skutečnou výnosovou míru cenného papíru  $i$  v období  $t + 1$ ,

$\Phi_t$  značí množinu informací, která je plně reflektována v ceně  $P$  v čase  $t$ ,

$E(R_{i,t+1} / \Phi_t)$  je očekávaná výnosová míra z cenného papíru  $i$  v čase  $t + 1$ ,

$E_{i,t+1}$  označuje predikční chybu v čase  $t + 1$  u výnosové míry z  $i$ -tého cenného papíru.

Jak uvádí J. Veselá (2011), predikční chyba musí splňovat tři vlastnosti, aby byla nesystematickou chybou a vyhovovala tak podmínkám fair game modelu:

- a) být nestranná ve vztahu k očekávané výnosové míře, což znamená, že v průměru všech pozorování musí být její hodnota 0,
- b) být nezávislá a tudíž nekorelovaná s očekávanou výnosovou mírou,
- c) být efektivní, což znamená sériovou nezávislost predikční chyby  $i$ -tého aktiva s predikční chybou  $j$ -tého aktiva.

Vzhledem k neočekávanosti nových informací je nemožné předpovídat, kdy dojde k jejich zveřejnění. E. F. Fama (1965) uvádí, že nejlepším vodítkem pro predikci budoucí výnosové míry je současná výnosová míra. Uvedené tvrzení je základem modelu náhodné procházky, který vyjádřila J. Veselá (2011, s. 582) jako:

$$R_{i,t+1} = R_{i,t} + E_{i,t+1} \quad (4)$$

Model náhodné procházky odvozuje budoucí výnosovou míru ze současné výnosové míry a predikční chyby, která v sobě zahrnuje neočekávané informace mezi obdobími  $t$  a  $t + 1$ . B. G. Malkiel (1999) přirovnává náhodnou procházku k výsledkům hodů mincí, kde je pravděpodobnost obou výsledků poloviční. E. F. Fama (1965) uvádí, že náhodná procházka musí splňovat dvě vlastnosti – změny cen jsou navzájem nezávislé a mají normální rozdělení.

Základní vzorec modelu náhodné procházky je možné rozšířit. J. Veselá (2011, s. 582) tvrdí, že vztah mezi kurzem cenného papíru v období  $t$  a  $t + 1$  lze matematicky definovat jako:

$$P_{i,t+1} = g_{i,t+1} + P_{i,t} + E_{i,t+1} \quad (5)$$

kde  $g_{i,t+1}$  je zisk z cenného papíru  $i$  v období  $t + 1$  zahrnující kapitálové zisky a důchodové platby.

V praxi mohou nastat tři situace. Jestliže je očekáván růst kurzu cenných papírů, je veličina  $g_{i,t+1}$  kladná a jedná se o random walk s pozitivní tendencí, neboli submartingale model. Pokud není očekávána žádná změna, je veličina  $g_{i,t+1}$  rovna nule a mluvíme o martingale modelu. Jestliže je očekáván pokles kurzu cenných papírů, je veličina  $g_{i,t+1}$  záporná a jde o random walk s negativní tendencí neboli supermartingale model.

### **3.2 Charakteristika efektivního trhu**

Efektivní trh je charakterizován přítomností několika základních vlastností. Jak uvádí R. Haugen (1993), jedná se o čtyři faktory.

#### **3.2.1 Okamžitá reakce ceny na novou informaci**

Na efektivním trhu je nezbytné, aby k reakci na neočekávanou informaci došlo okamžitě. Kurz cenného papíru proto reaguje skokově. Důležitá je právě nepředvídatelnost nové informace. Pokud by se totiž jednalo o očekávanou událost, informace by už byla v ceně obsažená a nedošlo by k žádnému pohybu.

Jiné formy reakcí na neočekávanou informaci jsou v rozporu s efektivními trhy. Jde o reakce předběžné, postupné a přehnané. Při předběžné reakci dochází k obchodům před zveřejněním dané informace a je narušena silná verze efektivnosti, protože je obchodováno na základě neveřejných informací. Postupná reakce narušuje středně silnou formu efektivnosti, jelikož dochází ke zpožděnému promítání události do kurzu cenného papíru. Nadměrná reakce je typická vyšším cenovým pohybem než odpovídá fundamentům a tuto odchylku od vnitřní hodnoty je možno připsat psychologickým faktorům. Po nadměrné reakci dochází později k cenové korekci.

#### **3.2.2 Náhodná změna cen**

Současný kurz aktiva na efektivním trhu obsahuje všechny dostupné informace, které souvisí s daným cenným papírem. Neočekávaná informace je však už ze své podstaty nepředvídatelná. Její výskyt má charakter náhodné veličiny. Změny kurzů cenných papírů musí mít proto rovněž charakter náhodné veličiny. Na efektivním trhu jsou tudíž cenové změny nezávislé.

### **3.2.3 Neschopnost dosažení nadprůměrného výnosu v delším období**

Na efektivním trhu je přítomno velké množství investorů, kteří se snaží dosáhnout zisk. Jejich aktivita vede k eliminaci ziskových příležitostí. Pro investora je proto nemožné dosáhnout opakovaně v delším období nadprůměrný výnos. Efektivní trh připouští možnost dosažení nadprůměrného výnosu v krátkém období, v delším horizontu však ne. Výkonnost investorů by se neměla dlouhodobě odchylovat od tržního průměru.

### **3.2.4 Neúčinnost obchodních strategií**

Na efektivním trhu je tržní hodnota akcií rovna vnitřní hodnotě. Cenné papíry jsou proto správně ohodnoceny a neexistuje podhodnocené ani nadhodnocené aktivum. Jelikož jsou obchodní systémy zaměřeny na vyhledávání špatně oceněných akcií, žádný z nich není úspěšný a nedokáže přinést investorovi nadprůměrný výnos.

## **3.3 Předpoklady efektivního trhu**

Platnost hypotézy efektivních trhů je spojena s několika základními předpoklady. Jak uvádí E. F. Fama (1965), na efektivním trhu nejsou transakce spojeny s žádnými náklady, všechny dostupné informace jsou přístupné všem investorům bez jakýchkoliv nákladů a všichni investoři jsou schopni tyto informace vyhodnotit stejným způsobem. Autor však zároveň uznává, že dané předpoklady jsou spíše hypotetické a nejsou na skutečných trzích naplněny. Zmíněné podmínky proto podle něj nejsou nutnými, ale pouze dostačujícími předpoklady teorie efektivních trhů.

J. Veselá (2011) tvrdí, že pro praktické fungování efektivního trhu je nezbytná platnost následujících předpokladů:

1. Ziskový motiv investorů, díky kterému jsou okamžitě identifikovány odchylky tržních kurzů od vnitřní hodnoty,
2. Velký počet nezávislých investorů s rovným přístupem k informacím, technologiím a obchodním systémům,
3. Volný, nepřetržitý tok včasných a kompletních informací o zahraničních ekonomikách, domácím hospodářství, odvětvích a firmách,
4. Kvalitní tržní infrastruktura, která zahrnuje obchodní systém na burze, systém vypořádání obchodů, šíření informací a regulace,
5. Likvidnost trhu, kdy dojde k okamžitému promítnutí neočekávaných informací do kurzů cenných papírů,

6. Kvalitní právní legislativa s přesně vymezenými právy a povinnostmi pro jednotlivé subjekty na trhu.

### **3.4 Formy efektivnosti trhů**

Jak bylo zmíněno v předchozím textu, kapitálový trh je efektivní, jestliže ceny plně odrážejí všechny relevantní informace. Podle charakteru těchto informací lze nalézt tři formy efektivnosti, které definoval E. F. Fama (1970): slabá, středně silná a silná.

#### **3.4.1 Slabá forma**

Slabá verze hypotézy efektivních trhů předpokládá, že ceny obsahují pouze minulé informace. Investoři proto nemohou dosáhnout nadprůměrný výnos analyzováním historických informací. Klasickým příkladem strategií, které jsou založeny na minulém vývoji, je technická analýza. Podle slabé verze efektivnosti nevede používání technické analýzy k dosažení nadprůměrného výnosu. Nezáleží přitom na zvolených technikách, jako neúčinné se jeví pozorování trendů, formací i studium indikátorů nebo oscilátorů. Jak uvádí ve své práci J. Clarke, T. Jandik a G. Mendelker (2001), slabá verze má svůj název odvozený z toho, že minulé informace jsou nejdostupnějším druhem informací ze všech a nelze proto dosáhnout nadprůměrného výnosu na základě údajů, které všichni vědí.

B. G. Malkiel (1999) uvádí v této souvislosti studii týmu amerických psychologů, kteří zkoumali úspěšnost střelby několika basketbalových týmů. Z výsledků studie vyplývá, že úspěšně provedený hod v minulosti nemá žádný dopad na budoucí výsledek. Jinak řečeno, pravděpodobnost vstřelení koše v budoucnu nezávisí na výsledcích předchozích pokusů. Prvky slabé formy efektivnosti je tak možno nalézt také ve studiích z jiných odvětví.

#### **3.4.2 Středně silná forma**

Podle středně silné verze jsou v cenách zahrnuty všechny veřejně dostupné informace. Jedná se nejen o minulé údaje, ale také o nově zveřejňovaná data. Příkladem mohou být v první řadě makroekonomické údaje, jako hrubý domácí produkt, inflace nebo nezaměstnanost. Dále zde můžeme zařadit informace týkající se hospodaření podniků, kam patří dosažený zisk, vyplácené dividendy nebo chystané akvizice. Tyto informace jsou klíčové pro provedení fundamentální analýzy. Středně silná verze nepovažuje technickou ani fundamentální analýzu za prostředky k dosažení nadprůměrného výnosu. Jediným způsobem pro dlouhodobé dosažení nadprůměrného výnosu jsou vnitřní informace. J. Clarke, T. Jandik

a G. Mandelker (2001) uvádí, že středně silná verze vyžaduje přítomnost finančních analytiků s širokými znalostmi makroekonomie a financí, kteří jsou schopni sledovat a vyhodnocovat události z velkého množství zdrojů.

Na druhou stranu tato verze připouští určité odchylky, které jsou označovány jako anomálie trhu, jejichž obchodováním lze podle některých dosáhnout dlouhodobě nadprůměrného výnosu. Z hlediska měsíců zde můžeme zařadit leden, kdy akcie rostou. Stejný vývoj byl zaznamenán také v pátek, zatímco v pondělí akcie klesají. Význam mají také finanční ukazatele. Akcie menších firem, společnosti s nízkými ukazateli P/E, P/BV nebo P/S jsou schopny přinést investorům nadprůměrné výnosy. Dalšími zdroji anomálií jsou fúze, akvizice, emise nových akcií nebo zveřejnění překvapivých informací.

### **3.4.3 Silná forma**

Silná forma považuje ceny za odraz veškerých informací. Jsou zde zahrnuty jak minulé a veřejně dostupné údaje, tak také neveřejné informace. Podle této verze je tedy nemožné, aby některé zainteresované subjekty, které jsou spojeny s daným aktivem, dosahovali dlouhodobě nadprůměrného výnosu obchodováním na základě informací před jejich zveřejněním. Příkladem zainteresovaných subjektů jsou manažeři a zaměstnanci podniku. Z definice silné formy vyplývá, že i ostatní musejí zveřejnění dané informace očekávat a obchodovat na jejím základě. Pro překonání trhu jsou bezcenné nejen údaje z technické a fundamentální analýzy, ale také informace neveřejného charakteru. Tato verze vlastně říká, že neexistují žádné informace, které mohou investorům posloužit k dlouhodobému překonání trhu. Nejvyšší dosažitelný výnos musí odpovídat výnosu trhu.

## **3.5 Historický vývoj teorie efektivních trhů**

Hypotéza efektivních trhů v dnešní podobě je výsledkem výzkumu, který trval mnoho desetiletí. Svou stopu zde zanechaly některé významné osobnosti ekonomie a financí dvacátého století. V této kapitole budou shrnuty nejdůležitější body jednotlivých historických etap.

### **3.5.1 Počátky**

První zmínky o konceptu náhodné procházky lze nalézt v jiných vědních disciplínách než ekonomie nebo finance. Italský matematik G. Cardano se v 16. století zabýval pravděpodobností her a předpokladem rovných podmínek pro všechny zúčastněné strany.

Pokud podle něj mají všechny subjekty při kterékoliv hazardní hře rovné podmínky, potom nikdo z nich nemůže čekat, že se jeho výsledek bude dlouhodobě odchylovat od průměru výsledků ostatních protihráčů. Jinak řečeno, výsledkem náhodných událostí jsou průměrné výsledky. Jestliže hod kostkou zaměníme za pohyb aktiva na finančním trhu, je toto tvrzení dnes v podstatě stejné jako u teorie efektivního trhu.

Významným objevem botanika R. Browna byl náhodný pohyb zrníček pylu ve vodě, což je dnes označováno za Brownův pohyb. Tento původně fyzikální jev, který pochází z roku 1828, má však přesah i do jiných oblastí. Jednou z nich jsou finance, kde slouží k popisu pohybu náhodně se vyvíjejícího aktiva.

Ve druhé polovině 19. století se objevují zmínky o dnešních znacích efektivnosti finančních trhů. Nejvýznamnější pozornost zasluhuje výzkum G. Gibsona z roku 1889. Autor vyjádřil cenu akcie nové společnosti na trhu jako nejlepší odhad její hodnoty na základě dostupných informací. V dnešní době bychom takový trh mohli považovat za silně efektivní.

Francouzský matematik L. Bachelier publikoval v roce 1900 disertační práci, kde se zabýval matematikou a statistikou Brownova pohybu. Podle něj jsou minulé, současné a očekávané události obsaženy v cenách akcií, ale nemají žádný přímý vztah k cenovým změnám. Pokud tedy trh nedokáže předvídat cenové změny, můžeme tyto změny považovat za náhodné. Práci L. Bacheliera můžeme považovat za skutečně přelomovou, protože matematicky analyzoval Brownův pohyb pět let před A. Einsteinem. Navíc také matematicky prokázal, že očekávání u spekulantů je rovno nule, což potvrdil až o několik desetiletí později P. Samuelson (1965). Jak uvádí E. Dimson a M. Mussavian (1998), závěry L. Bacheliera byly poté přehlíženy až do konce 50. let.

Významná byla dále meziválečná vědecká činnost několika amerických ekonomů, jako A. Cowles, H. Working a H. Jones. A. Cowles zkoumal obchodní úspěšnost investičních profesionálů, kteří dle něj nejsou schopni dosáhnout nadprůměrných výnosů na akciovém trhu. Ekonomové také prokázali, že americké akcie a jiné ekonomické časové řady mají náhodný průběh.

Podle názoru britského ekonoma J. M. Keynesa není nadprůměrný výnos výsledkem lepších informací investora, nýbrž jeho vztahem k riziku. Ve svém slavném díle *Obecná teorie zaměstnanosti, úroku a peněz* přirovnal rozhodnutí investorů ke zvířecím náladám. Obchodníci jsou při rozhodování hnáni psychologickými faktory. Z dnešního pohledu by tak byly jeho názory v kontrastu s teorií efektivního trhu.

### 3.5.2 Padesátá a šedesátá léta

M. Kendall (1953) došel na základě zkoumání 22 časových řad britských akcií a komodit k závěru, že jejich vývoj je nezávislý. Tento fakt byl označen za model náhodné procházky, což je termín, který se používá dodnes.

Na práce H. Workinga a M. Kendalla navázal H. Roberts. Ve svém výzkumu v roce 1959 prokázal shodnost časové řady vzešlé z náhodných čísel s vývojem cen amerických akcií. H. Osborne porovnal v roce 1959 pohyby akcií s Brownovým pohybem. Podle něj se logaritmy akcií vyvíjí v souladu s Brownovým pohybem a jsou tak nezávislé.

Na druhé straně však byly na začátku 60. let zjištěny také odchylky od modelu náhodné procházky. A. B. Larson našel dvacet procent dat, která nemají normální rozdělení. Podle H. Workinga vede používání průměrných hodnot k pozitivní korelaci, která nebyla patrná u jednotlivých aktiv. K podobnému závěru dospěl také S. Alexander. A. B. Moore našel nevýznamnou negativní závislost v časových řadách jednotlivých akcií, ale vyšší míru pozitivní autokorelace tržního indexu. C. W. J. Granger a O. Morgenstern zaznamenali korelaci cen akcií v delším časovém období, zatímco v krátkém období je jejich pohyb náhodný.

Publikační činnost S. Alexandra (1961) je vhodné blíže přiblížit. Kromě testování korelací časových řad zkoumal také výsledky obchodní strategie, která se označuje jako filter test. Při filter testu dochází k nákupu akcie, která roste o stanovenou procentuální částku z předchozího dna. Jakmile dojde k propadu akcie o zvolené procento z předchozího vrcholu, dochází ke krátkému prodeji. Testy byly založeny na datech z období 1897 – 1959 s filtry od jednoho do pěti procent. Podle zjištění autora nedokáže žádná metoda překonat strategii nakoupit a držet. Určitá výjimka existuje v případě jednaprocentního filtru. Investor zde sice může dosáhnout nadprůměrný výnos, množství obchodních signálů však přináší zvýšené náklady a výhoda oproti strategii nakoupit a držet mizí. S. Alexander (1961) byl také prvním autorem, který testoval závislost časových řad v nelineární podobě.

E. F. Fama (1965) poprvé použil pojem efektivní trh a definoval dva faktory, které musí být na takovém trhu přítomny, aby byly výnosy nezávislé. V prvé řadě zde musí být sofistikovaní obchodníci, kteří dokážou využít každého náznaku závislosti výnosů. Druhou podmínkou je existence mnoha sofistikovaných analytiků, kteří dokážou předvídat výskyt významných ekonomických a politických událostí a kvantifikovat jejich vliv na cenu aktiv. Ve své práci také vysvětlil nedostatky technické a fundamentální analýzy v podmínkách efektivního trhu.



Velký přínos měl také výzkum P. Samuelsona (1965). Na příkladu obchodů s komoditními futures matematicky ukázal, že správně ohodnocená aktiva obsahují očekávání a veškeré dostupné informace. Na takovém trhu nelze předvídat vývoj cen a neexistují ani ziskové příležitosti. Pro platnost modelu náhodného pohybu cen jsou podle něj dostatečné podmínky platnosti konceptu martingale spolu s nezávislostí cen. Jak uvádí M. Sewell (2011), práci je možno považovat za první formálně ekonomicky podložený argument pro efektivnost trhů.

M. Sewell (2011) tvrdí, že H. Roberts použil jako první pojem hypotéza efektivních trhů v roce 1967. Můžeme říct, že díky tomu dostala dosavadní teorie formální název, který se od té doby používá při každé studii, jež souvisí s daným tématem.

M. Jensen zkoumal v roce 1968 výkonnost aktivně řízených fondů na akciovém trhu. Obchodní výsledky těchto společností podle něj v průměru nedokážou pokrýt ani poplatky brokerům.

### **3.5.3 Sedmdesátá léta**

Rok 1970 je považován ve výzkumu efektivnosti trhů za zlomový. E. F. Fama (1970) publikoval významný článek *Efficient Capital Markets: A Review Of Theory And Empirical Work*. Autor zde shrnul dosavadní poznatky. Definoval efektivní trh jako trh, kde ceny vždy plně odrážejí dostupné informace. Významný přínos spočíval také v rozdělení hypotézy efektivních trhů do tří forem, které se používají dodnes. Slabě efektivní trh je podle něj takový, kde ceny plně odrážejí minulé informace. Středně silná verze považuje ceny za vyjádření všech veřejně dostupných informací, zatímco ceny na silně efektivním trhu odrážejí veškeré informace. Na základě výsledků případové studie označil důkazy ve prospěch slabě efektivních trhů za silné a zmínil také značné množství důkazů podporujících středně silnou a silnou hypotézu efektivních trhů.

M. Scholes zkoumal v roce 1972 efekty sekundární nabídky akcií, kdy dochází k veřejné nabídce akcií společnosti, která už je kótována na veřejném trhu. Akcie takové firmy v průměru reagují propadem, což autor přičítá existenci neveřejných informací. Současní akcionáři podle něj vědí, že nabízená cena je nadhodnocená, a proto hned prodávají svůj podíl.

M. Jensen (1978) uvádí, že trh je efektivní vzhledem k množině informací, pokud nelze na základě množiny informací dosáhnout nadprůměrného výnosu. Ekonomie podle něj nenabízí žádnou jinou teorii, kde by existovalo takové množství důkazů v její prospěch, jako právě hypotéza efektivních trhů.

### 3.5.4 Tržní anomálie

Koncem 70. let začaly nabývat na významnosti práce související s výzkumem tržních anomálií. Tyto efekty představují odchylky od efektivních trhů. Zatímco v předchozí době byly publikovány práce, které víceméně podporovaly platnost hypotézy, od konce 70. let se z teorie efektivních trhů stalo kontroverznější téma. Svůj vliv mělo bezesporu větší ukotvení hypotézy v akademických kruzích po zveřejnění práce E. F. Famy (1970). V dnešní literatuře se anomálie považují za porušení středně silné formy efektivnosti.

Na základě výzkumu několika set firem v období 1956-1971 zaznamenal S. Basu v roce 1977 vyšší výkonnost společností s nízkým ukazatelem P/E oproti podnikům s vysokým ukazatelem P/E. Tento rozdíl činil v průměru sedm procentních bodů. R. Ball byl později také autorem, který vydal první ucelenou práci o tržních anomáliích.

Na činnost S. Basua navázal v roce 1981 R. Banz, který zkoumal vývoj akcií amerických společností s nízkými a vysokými ukazateli P/E. Jeho výzkum zahrnoval časové období mezi roky 1931-1975. Padesát nejmenších firem zde překonalo padesát největších společností v průměru o jedno procento měsíčně.

R. J. Shiller porovnal v roce 1981 vývoj cen akcií a dividend. Zjistil, že kolísání akcií je mnohem vyšší než by mělo odpovídat novým informacím o výplatě dividend. Tato zvýšená volatilita proto podle něj svědčí o neefektivnosti trhu.

Významný byl dále výzkum W. De Bondtha a R. Thaler z roku 1985. Společnosti, které zaznamenaly nejnížší výkonnost oproti trhu v horizontu předchozích 3-5 let, mají tendenci významně překonat tržní index v dalším období. Stejná situace podle nich platí také naopak. Jak uvádí M. Sewell (2011), tato práce představuje začátek teorie behaviorálních financí, které kombinují finance a psychologii.

### 3.5.5 Osmdesátá léta

S. J. Grossman a J. E. Stiglitz (1980) odmítli myšlenku úplně absolutní efektivnosti trhu z důvodu existence nákladů na získávání informací. Pokud by totiž byl trh zcela efektivní, tak by nebylo možno pokrýt tyto náklady z investičních výnosů a investoři by neměli žádný důvod vyhledávat informace.

F. Black (1986) zavedl do financí pojem hlučných investorů. Tito lidé obchodují velmi aktivně, ale nikoli podle fundamentálních informací. Rozhodnutí jsou prováděna na základě psychologických podnětů, případně také technické analýzy. Typickými příklady hlučných obchodníků jsou spekulanti. Jejich činnost je podle autora klíčová pro fungování efektivního trhu, protože bez nich by bylo obtížnější a nákladnější spojit poptávku s nabídkou. Na druhé

straně ale může také jejich přílišný vliv vést trh k iracionálním bublinám a k neefektivnosti. Výzkum hlučného obchodování je dnes součástí behaviorálních financí, které se snaží vysvětlit chování investorů pomocí psychologických podnětů.

Velký dopad na hypotézu efektivních trhů měly události z 19. října 1987, kdy došlo k velkému poklesu mnoha světových burz, jako je pád indexu DJIA o 22, 6 procent. V roce 1988 se někteří autoři zabývali událostmi předchozího roku. A. W. Lo a A. C. MacKinley odmítli vzhledem k závislostem v minulých datech model náhodné procházky. J. M. Porteba a L. H. Summers a dokonce i E. F. Fama s K. Frenchem našli výraznou míru negativní závislosti v datech za dlouhé období, zatímco v kratším horizontu byla naopak zjištěna pozitivní korelace. J. M. Porteba a L. H. Summers přičetli tuto neefektivnost vlivu hlučných obchodníků, které definoval F. Black.

C. S. Eun a S. Shim se v roce 1989 pokusili popsat vztah národních akciových trhů. Autoři našli vzájemnou nezávislost v jejich vývoji, mezinárodní akciové trhy lze proto navzájem označit za informačně efektivní. Vzhledem k rozvoji obchodu a informačních technologií je otázkou, jak by podobný test dopadl dnes.

### **3.5.6 Devadesátá léta a počátek 21. století**

E. F. Fama (1991) zveřejnil další článek zaměřený na efektivnost trhů. Jedná se víceméně o shrnutí vývoje teorie za posledních dvacet let. Práce již není rozdělena podle jednotlivých forem efektivnosti. V první části se E. F. Fama zabývá testy předvídatelnosti výnosů. Rozebírá zde nahodilost ve vývoji cen v kratším a delším období a řeší také cenovou předvídatelnost na základě vývoje některých veličin, jako jsou ukazatel P/E nebo dividendový výnos. Autor konstatuje statistickou nevýznamnost výsledků, které poukazují na cenovou předvídatelnost. Druhá část obsahuje analýzu případových studií. Ty zkoumají rychlost reakce ceny akcie na určité informace, jako zveřejnění zisku nebo štěpení akcií. E. F. Fama přiznává existenci určitých anomálií, nicméně většinou je cenová reakce dostatečně rychlá. V poslední části autor testuje neveřejné informace. Výsledky jsou nejasné, problém spočívá ve volbě správného benchmarku, s nímž je výkonnost subjektů s potenciálně lepšími informacemi porovnávána. Použití různých benchmarků generuje různé výsledky.

J. R. Ritter se zaměřil na zkoumání nově vydávaných akcií. Jejich vývoj podle něj od okamžiku emise po dobu dalších tří let pokulhává za vývojem benchmarků, které byly vytvořeny z akcií společností ze stejného odvětví a o podobné velikosti. Tato situace doposud nebyla vysvětlena a můžeme ji považovat za tržní anomálii.

N. Jegadeesh a S. Titman aplikovali strategii založenou na nákupu akcií, které v posledním období překonaly tržní průměr, a krátkém prodeji titulů, jejichž výkonnost nedosahovala tržního průměru. Zjistili, že tímto způsobem lze dosáhnout výrazných zisků, což odporuje slabé formě efektivnosti.

R. Haugen publikoval v roce 1995 knihu *The New Finance: The Case Against Efficient Markets*, ve které zpochybňuje hypotézu efektivních trhů. Krátkodobé přestřelování může vést v delším časovém horizontu k návratu zpět, což ústí v negativní dlouhodobou korelaci. Děje se tak v momentě, kdy si trh uvědomí svojí předchozí chybu. V této souvislosti je vhodné upozornit na názorový zvrát autora, jelikož dříve byl zastáncem hypotézy efektivních trhů, zatímco nyní vystupoval proti její platnosti. V roce 1999 vydal druhé vydání své knihy, kde dokonce označil efektivitu akciových trhů za extrémní stav.

Kniha R. J. Shillera (2000) *Investiční horečka* představuje další kritiku teorie efektivních trhů. Autor zde kritizuje víru v efektivnosti trhů na základě studie vývoje amerických akcií v 80. a 90. letech. Tempo růstu podle něj neodpovídalo fundamentálním datům, jako jsou dividendy nebo zisky, a bylo způsobeno z části také psychologickými vlivy. Argumentem proti efektivnosti je také v některých případech nepružnost cen směrem dolů, protože prodeje nakrátko jsou někdy úplně zakázány. Ani na trzích, kde jsou povoleny, není situace tak jasná, protože tyto obchody jsou spojeny se značně negativní reakcí veřejnosti a někteří se jim proto vyhýbají. R. J. Shiller poté publikoval v roce 2005 druhé vydání, které varovalo před bublinou na trhu nemovitostí. Často zmiňován bývá anglický název těchto jeho knih, *Irrational Exuberance*. Tento pojem pochází pravděpodobně od bývalého předsedy americké centrální banky A. Greenspana, který tak označil rychlý růst akcií v Japonsku. Je zajímavé, že svůj projev pronesl na začátku technologické bubliny na americké burze, která je dnes považována za typický příklad odchylky tržních cen od fundamentů.

Důležitá je také činnost B. G. Malkiela. Už v roce 1973 vydal první verzi známé knihy *Random Walk Down Wall Street*, později byla publikována další vydání. Jak napovídá název, autor podporuje teorii efektivních trhů. Odmítá technickou i fundamentální analýzu jako prostředek pro dosahování nadprůměrných výnosů. Demonstruje zde neúspěch investičních fondů porovnáním jejich výkonnosti a indexu S&P. Autor nabízí žebříčky úspěšnosti fondů, z nichž vyplývá zjevný výsledkový propad nejlepších z jednoho období mezi průměrné v dalším období. Jeho doporučením je aplikace strategie nakoupit a držet. Později, v roce 2003, shrnul myšlenky kritiků hypotézy v publikaci *Efficient Market and Its Critics*.

A. Timmermann a C. W. J. Granger (2004) se zabývali teorií efektivních trhů z pohledu predikčních metod. Ačkoli jim přiznávají určitou míru platnosti, nejsou důkazem o

neefektivnosti trhu. Tyto modely totiž dle nich mají příliš krátký horizont trvání, kdy jsou úspěšné, protože postupně dochází k jejich stále vyššímu rozšíření mezi ostatní investory a výhoda tak mizí. Pro predikci cen je podle autorů důležité disponovat následujícími faktory:

- Množstvím predikčních modelů,
- Technikou, která vybere nejlepší model nebo nejlepší kombinaci modelů,
- Množinou informací v reálném čase za přiměřených nákladů,
- Modelem pro stanovení rizikové premie, který zohlední preferenci mezi současnou a budoucí spotřebou,
- Znalostí transakčních nákladů, obchodních systémů a regulačních omezení.

A. Titterman a C. W. J. Granger (2004) upravili na základě své práce M. Jensenovu definici efektivních trhů: Trh je efektivní vzhledem k množině informací  $\Phi_t$ , technologiím  $S_t$  a predikčním modelům  $M_t$ , pokud je nemožné dosáhnout nadprůměrné výkonnosti obchodováním na bázi predikčního modelu  $M_t$ , informační množiny  $\Phi_t$  a při použití technologií  $S_t$ .

Potíže finančních institucí vyvrcholily v roce 2008 pádem banky Lehman Brothers. Tento krach byl podle některých zaviněn právě vírou v efektivnost trhů. P. Kohout (2011) tvrdí, že bublina je iracionálním jevem a ty na efektivním trhu neexistují. R. Ball (2009) ve své práci hypotézu brání. Na finanční krizi se podle něj ukazuje dlouhodobá nemožnost i významných subjektů dosahovat abnormální výnosy. Hlavně však zdůrazňuje, že teorie efektivních trhů je právě jen teorie, která má svá omezení a nevysvětluje realitu dokonale. Hypotéza například říká, že ceny obsahují všechny informace, neříká však už nic o kvalitě a interpretaci těchto informací. Stejně tak došlo během finanční krize k omezení likvidity na trhu, čímž byla nabourána jedna z podmínek teorie. Vzhledem k tomu, že nedošlo k formulaci žádné podobně přesvědčivé alternativy, je podle něj hypotéza efektivních trhů stále tím nejlepším přiblížením reality.

### 3.5.7 Závěr

Hypotéza efektivních trhů se vyvíjela od začátku 20. století. Studie byly nejprve zaměřeny na analýzu náhodného chování aktiv, kde můžeme za nejvýznamnější považovat práce L. Bacheliera, M. Kendalla a P. Samuelsona. Přínos E. F. Fama poté napomohl k tomu, aby se hypotéza efektivních trhů dostala v 70. letech do popředí zájmu akademiků, kde se setkala s pozitivním ohlasem. Koncem 70. let však začaly nabývat na významu také práce zpochybňující její platnost. Mezi známé odpůrce patří v dnešní době například R. J. Shiller

nebo J. Stiglitz. Na opačné straně lze kromě E. F. Fama zmínit M. Jenson a B. G. Malkiel. Obecně můžeme říct, že většina akademiků hypotézu podporuje, zatímco investoři ji odmítají.

### **3.6 Kritika hypotézy efektivních trhů**

Jak už bylo zmíněno, kolem platnosti hypotézy efektivních trhů se točí mnoho sporů. Na tomto místě budou shrnuty hlavní body, kde dochází ke střetu kritiků a zastánců této hypotézy.

#### **3.6.1 Pozitivní korelace vývoje akcií v krátkém období**

Mnozí autoři, například A. W. Lo a A. C. MacKinley (1999), našli pozitivní závislost ve vývoji akcií v krátkém horizontu. R. J. Shiller (2000) připisuje tyto pohyby psychologické náladě investorů, kteří vidí akcie pohybovat se jedním směrem a převládnu u nich emocionální vlivy. Jiným možným vysvětlením je také nedostatečná prvotní reakce na informace. Reakce nastávají postupně se zpožděním a vývoj cen má proto tendenci se pohybovat v jednom směru.

Zastánci poukazují na statistickou nevýznamnost korelačních testů, kdy také vzhledem k transakčním nákladům nelze překonat strategii nakoupit a držet. E. F. Fama (1998) zjistil, že pokračování trendu po zveřejnění informací, jako jsou dividendy, zisky nebo fúze, je stejně časté jako jeho obrát. Je proto otázkou, do jaké míry dochází k postupnému promítnutí informací do cen.

#### **3.6.2 Negativní korelace v dlouhém období**

Jak uvádí například J. M. Poterba a L. H. Summers (1998), v dlouhém období je možno pozorovat negativní korelaci ve vývoji akcií, které se vracejí k určité trendové hladině. Důvod může spočívat v existenci bublin, kdy se cena odchýlí od své vnitřní hodnoty. V delším období poté dochází k návratu k vnitřní hodnotě, což má za následek negativní závislost.

Druhá strana argumentuje nestálostí naměřených výsledků, kdy je korelace v některých obdobích slabší než v jiných. Pohyby akcií mohou navíc souviset s mean reversion procesem úrokových sazeb, které se pohybují kolem určité hodnoty. Vyšší úrokové sazby jsou považovány za nepříznivé pro růst finančních aktiv, zatímco nízké úrokové sazby vytváří prostředí pro růst trhu. Kolísání úrokových sazeb a kolísání akciového trhu je tak v souladu s hypotézou efektivního trhu.

### 3.6.3 Predikce na základě ukazatelů kapitálového trhu

Některé studie byly zaměřeny na předpovídatelnost pohybu aktiv podle ukazatelů kapitálového trhu, jako jsou ukazatele P/E nebo dividendový výnos. Jak uvádí J. Y. Campbell a R. J. Shiller (1988), pohyby akciového indexu S&P lze předpovědět ze čtyřiceti procent podle dividendového výnosu. Výkonnost indexu v obdobích s relativně vyšší hodnotou tohoto ukazatele převyšuje jeho výkonnost v obdobích s relativně nižší hodnotou. Problém však spočívá v nestálosti výsledků. B. G. Malkiel (2003) tvrdí, že zatímco do poloviny 80. let lze tímto způsobem předvídat trh, poté je tento postup neúspěšný. Různá výkonnost v různých obdobích platí také u používání dividendového výnosu pro jednotlivé akcie.

Podobně lze pohlížet také na ukazatele P/E a P/BV. Podle některých autorů, jako například P. K. Basua (1977) nebo R. Balla (1978), dosahují společnosti s nižším ukazatelem P/E vyšších výnosů než společnosti s vyšším ukazatelem P/E. Jiné výzkumy ukazují na podobný vývoj u firem s nízkým ukazatelem P/BV. B. G. Malkiel (2003) argumentuje neúspěchem fondů zaměřených právě na investice do akcií s nízkými ukazateli P/E a P/BV oproti průměru trhu. Jejich roční výnosy podle něj nedokážou překonat výkonnost tržního indexu.

### 3.6.4 Predikce na základě tržních anomálií

E. F. Fama a K. French (1992) zkoumali na základě dat mezi roky 1963-1990 chování menších společností podle tržní kapitalizace. Akcie těchto firem dosahují podle nich vyššího růstu. Aby však bylo možno dokázat neefektivitu, je nutno disponovat modelem, který na to dokáže upozornit předem. Autoři poukazují na běžně používaný model CAPM, který nic takového nenaznačoval. Existují i další problémy. B. G. Malkiel (2003) tvrdí, že efekt velikosti neplatí od poloviny 80. let. Práce E. F. Famy a K. Frenche (1992) také nezahrnuje menší společnosti, které v průběhu analyzovaného období zbankrotovaly. Pokud by se vzaly v úvahu, je možné, že by výhoda menších společností zmizela.

Jinou často uváděnou anomálií je lednový efekt, podle něhož dochází během prvních pěti lednových dnů k nadprůměrnému růstu akcií. Fondy se koncem roku z daňových důvodů zbavují ztrátových titulů, které později nakoupí zpět. Platnost této anomálie však vyvolává velké otazníky. B. G. Malkiel (2003) uvádí, že efekt po svém zveřejnění zmizel. Je totiž logické, že spousta obchodníků bude vždy chtít tuto anomálii využít. Rozhodnou se tedy nakoupit 30. prosince a prodat 5. ledna. Jakmile to zjistí další skupina, upraví svá očekávání a zareaguje nákupem 29. prosince a prodejem 4. ledna. Tímto způsobem lze postupovat i nadále a efekt se může snadno rozplynout.

Podobně jako na lednový efekt lze pohlížet na kterékoliv jiné anomálie, z kterých by investoři mohli potenciálně profitovat. Obchodníci se na ně dopředu připraví. Znalost příslušné anomálie tak zároveň vede k jejímu odstranění.

### **3.6.5 Přítomnost bublin na akciových trzích**

Akciová bublina je charakteristická vysokým růstem cen aktiv, což je posléze doprovázeno hlubokým propadem. Někteří autoři uvádí, že takto prudké pohyby nemohou být způsobeny fundamenty, a proto svědčí o neefektivitě trhu. Jako příklad z nedávné historie lze uvést krach na newyorské burze v roce 1987, kdy trh ztratil v první polovině roku třetinu hodnoty. B. G. Malkiel (2003) nepopírá, že daný pokles není možno vysvětlit v celé míře fundamentálními faktory a připouští vliv psychologických faktorů. Zároveň však podle něj existuje několik událostí, jako je podpora slabšího dolaru nebo úvahy o zdanění fúzí, které mohly investory odradit od držení amerických aktiv a přispět tak ke krachu.

Dalšími typickými příklady jsou internetová bublina v 90. letech 20. století a pozdější bublina na trhu nemovitostí, která vyvrcholila finanční krizí a vedla k hospodářské recesi. Je jasné, že jejich průběh je obtížné vysvětlit pomocí fundamentálních faktorů. R. Ball (2009) tvrdí, že to ale nesvědčí o neefektivitě trhu. Aby bylo možno dokázat neplatnost hypotézy efektivních trhů, je nutné situaci předvídat. Každý by si podle něj měl položit otázku, jestli on sám očekával podobný průběh. Takový investor by poté dokázal na prasknutí tržních bublin vydělávat obrovské finanční prostředky. Faktem ale je, že většina investorů nebo analytiků neměla o těchto věcech tušení a je otázkou, jestli může existovat vůbec někdo, kdo by podobné situace dokázal opakovaně předvídat.

### **3.6.6 Úspěchy některých investorů**

J. Jílek (2009) uvádí příklad známého investora W. Buffeta jako někoho, kdo dokázal dlouhodobě překonávat průměrné tržní výnosy. Trhy proto nejsou efektivní. Přesnější je však spíše říct, že trhy nejsou efektivní v silné formě, protože u podobných obchodníků můžeme předpokládat znalost také informací neveřejné povahy. Stejně lze poukázat na další úspěšné investory, jako G. Soros nebo P. Lynch.

J. Clarke, T. Maldik, G. Mandelker (2001) ukazují, že podobné výsledky mohou nastat i u mnoha jiných obchodníků. Podle nich mohou dokonce někteří investoři dlouhodobě dosáhnout nadprůměrných výnosů a trhy mohou být přesto efektivní. Svou argumentaci zakládají na statistických číslech. Jestliže je pravděpodobnost překonání trhu 50 procent v každém roce, šance investora na dosažení nadprůměrného výnosu v desetiletém horizontu



jsou  $(0,5)^{10}$ . Mezi skupinou 10 000 investorů je poté 99,99% šance k nalezení alespoň jednoho obchodníka, který během desetiletého období překoná trh. Tak vysoké číslo se rovná téměř jistotě. Podstatné je, že k překonání tržního průměru nevedla žádná obchodní strategie, nýbrž statistická pravděpodobnost. Podle autorů jsou tedy úspěchy zmíněných obchodníků založeny na náhodě.

### **3.6.7 Profese investičních analytiků**

Pokud jsou trhy efektivní, nejlepší strategií je pasivní strategie nakoupit a držet. Je však spousta investičních analytiků, kteří se zabývají analyzováním trhu a vyhledáváním špatně oceněných akcií. Na efektivních trzích by podle kritiků hypotézy neměli vůbec existovat, protože nedokážou taková aktiva dlouhodobě nalézat a jejich práce je proto zbytečná. Investoři, kteří sledují zprávy, novinky a doporučení, pouze plýtvají časem a finančními prostředky.

Podle zastánců teorie jsou zmíněné subjekty pro existenci efektivního trhu nezbytné. Investoři neustále hledají a analyzují nové informace, aby dosáhli maximálních výnosů. Analytici mají v těchto snahách významné postavení. Jak uvádí R. Ball (2009), pro existenci efektivních trhů je nezbytná víra účastníků, že trhy jsou neefektivní a lze dosáhnout nadprůměrného výnosu. Pokud by investoři přestali obchodovat na základě informací, trh by se stal neefektivním. J. Jílek (2009), kritik hypotézy, to označuje jako paradox efektivního trhu.

## **3.7 Metody testování slabé formy efektivnosti**

Pro testování středně silné formy efektivnosti je nezbytné nejprve analyzovat, jestli jsou dané měnové páry efektivní ve slabé verzi. Metody testování proto zahrnují nejprve testy slabé formy efektivnosti a poté testy středně silné formy efektivnosti.

Slabou formu efektivnosti je možno testovat dvěma základními přístupy. První z nich vychází z testování úspěšnosti investičních strategií oproti metodě nakoupit a držet. V praxi jde o porovnání úspěšnosti aktivních strategií technické analýzy oproti pasivnímu nákupu tržního indexu. Tento postup však naráží v kontextu devizového trhu na poměrně zásadní problém. Na devizovém trhu neexistuje podobně jako na akciovém trhu žádný pasivní tržní index. Daná metoda je proto pro devizový trh nevhodná a nebude použita.

Druhou možností je aplikovat statistické metody, kdy dochází ke zjišťování závislosti v historických časových řadách. Jestliže je trh slabě efektivní, potom se aktiva pohybují náhodně a tudíž nezávisle. Tyto testy jsou bezpochyby vhodnější pro oblast devizového trhu, protože zde není vyžadována přítomnost tržního indexu. Slabá forma efektivnosti bude proto testována pomocí těchto metod. V akademické literatuře se můžeme setkat s několika druhy testů. Za nejpoužívanější je možno považovat testy jednotlivého kořene, runs test a test podílu rozptylů. V následujícím textu budou blíže popsány.

### 3.7.1 Testy jednotkového kořene

Časová řada  $Y$  je stacionární, jestliže střední hodnota a rozptyl jsou konstantní a kovarianční struktura je nezávislá na čase. Příkladem nestacionární časové řady je model náhodné procházky. Jak uvádí J. Poměnková a S. Kapounek (2007, s. 152), model lze vyjádřit ve třech následujících formách:

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$Y_t = c + Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

$$Y_t = c + Y_{t-1} + \mu + \varepsilon_t \quad (8)$$

kde  $c$  je konstanta,

$\mu$  je trendová složka,

$\varepsilon_t$  je bílý šum.

Veličina  $Y_{t-1}$  vyjadřuje v podstatě sumu všech předchozích bílých šumů. Všechny uvedené časové řady jsou nestacionární. Pokud chceme prokázat platnost slabé formy efektivnosti, je nutné zjistit, jestli jsou dané časové řady nestacionární.

Hypotézu o nestacionaritě je možno testovat Dickey-Fuller (DF) testem, případně rozšířeným Dickey-Fuller (ADF) testem, dále potom Philips-Perron (PP) testem a Kwiatkowski, Philips, Schmidt a Shin (KPSS) testem. Všechny testy jsou založeny na testování existence jednotkového kořene.

#### 3.7.1.1 Rozšířený Dickey – Fuller test

J. Poměnková a S. Kapounek (2007, s. 152 – 153) tvrdí, že u základního Dickey Fuller testu vycházíme z autoregresního procesu:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (9)$$

kde  $\rho$  je regresní koeficient.

Existují tři základní formy, ve kterých je Dickey – Fuller test používán – bez konstanty a trendu (10), s konstantou, ale bez trendu (11) a s konstantou i trendem (12):

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (10)$$

$$\Delta Y_t = c + \delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (11)$$

$$\Delta Y_t = c + \delta Y_{t-1} + \mu + \varepsilon_t \quad (12)$$

kde  $\delta = (\rho - 1)$ .

Následná testová statistika je

$$t_{\delta} = \frac{\hat{\rho} - 1}{s_{\hat{\rho}}} \quad (13)$$

kde  $\hat{\rho}$  je odhad parametru  $\rho$  získaný metodou nejmenších čtverců,

$s_{\hat{\rho}}$  je odhadnutá standardní chyba parametru  $\hat{\rho}$ .

Předpokladem Dickey – Fuller testu je přítomnost nekorelovaných reziduí. Tento fakt je však v případě finančních a makroekonomických dat spíše výjimečný, proto je vhodné použít rozšířený Dickey - Fuller test, kde je případná autokorelace reziduí zohledněna pomocí sumy zpoždění na pravé straně rovnice. Rozšířený Dickey – Fuller (ADF) test prvního řádu má následující podobu:

$$\Delta Y_t = c + \delta Y_{t-1} + \mu + \alpha_i \sum_{i=1}^n \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (14)$$

Po dosazení do testové statistiky můžeme o existenci jednotkového kořene v procesu generovaném časovou řadou rozhodnout na základě následujících hypotéz:

$H_0 : \delta = 0$ , pro nestacionaritu, jestliže  $t_{\delta} > \tau$

$H_A : \delta < 0$ , pro stacionaritu, jestliže  $t_{\delta} < \tau$

kde  $\tau$  je kritická hodnota pro danou hladinu významnosti.

Klasické kritické hodnoty pro normální rozdělení jsou v tomto případě neplatné, autoři proto nasimulovali nové.

### 3.7.1.2 Philips – Perron test

Druhým významným testem je Philips – Perron (PP) test. Tato metoda opět vychází z nulové hypotézy o nestacionaritě časové řady. Výhodou PP testu oproti ADF testu je, že výsledek není zkreslen případnou přítomností heteroskedasticity reziduí. Rozdíl oproti předchozímu testu spočívá také ve způsobu, jakým je abstrahováno od autokorelace reziduí. Zatímco v případě DF testu byla tato skutečnost zohledněna pomocí sumy zpoždění na pravé

straně rovnice a vznikl tak rozšířený Dickey – Fuller test, zde dochází rovnou k úpravě vypočtené statistiky  $t_\delta$ .

Philips – Perron test je možno zapsat stejně jako Dickey – Fuller test ve třech formách, které se liší přítomností exogenních proměnných. Jak uvádí J. Arlt (1999), pro každou z nich byla následně odvozena testová statistika  $t_\delta$ . Kritické hodnoty PP testu jsou shodné s kritickými hodnotami ADF testu.

### 3.7.1.3 Kwitkowski, Philips, Schmidt a Shin test

Dalším testem je Kwitkowski, Philips, Schmidt a Shin (KPSS) test. Rozdíl oproti předchozím testům spočívá v zápisu hypotéz, kdy zde je testována nulová hypotéza o stacionaritě časové řady oproti alternativní hypotéze o její nestacionaritě:

$H_0$ : stacionarita kolem nulové konstanty (měna je stabilní), jestliže  $t_\delta < \tau$

$H_A$ : jednotkový proces (měna není stabilní), jestliže  $t_\delta > \tau$

Jak uvádí J. Poměnková a S. Kapounek (2007, s. 153), při KPSS testu dochází k dekompozici časové řady do součtu konstanty  $c$ , časového trendu  $\mu$ , stacionárního chybového členu  $\gamma Z_t$  a bílého šumu  $\varepsilon_t$ :

$$Y_t = c + \mu + \gamma Z_t + \varepsilon_t \quad (15)$$

Koeficienty  $c$  a  $\mu$  jsou získány metodou nejmenších čtverců. Z regrese jsou zároveň uschována rezidua  $\varepsilon_t$ , u nichž se předpokládá nulový rozptyl. Poté jsou vypočteny částečné sumy reziduí  $E_t$  pro všechna  $i$ :

$$E_t = \sum_{i=1}^n e_i, \quad (16)$$

Testová statistika KPSS má následně tvar:

$$KPSS = \sum_{t=1}^n E_t^2 / \hat{\sigma}_\varepsilon^2 \quad (17)$$

kde  $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$  je odhad pro chybu rozptylu.

### 3.7.2 Runs test

Jednou z metod používaných při testování slabé formy efektivnosti finančních trhů jsou testy autokorelace. Umožňují zjistit, jestli jsou hodnoty časové řady nezávislé na svých předchozích hodnotách. Jak uvádí D. E. Fischer a R. J. Jordan (1991), tento postup naráží na problém potenciálně extrémních hodnot. Pokud jsou v časové řadě přítomny extrémně vysoké

nebo extrémně nízké hodnoty, autokorelační testy jsou ovlivněny a výsledky poté nejsou přesné. Proto je vhodné využít jiné metody, které nemají takové striktní předpoklady. Jedním z těchto testů je runs test.

Run je možno definovat jako sekvenci, kde je určitá cenová změna následována cenovou změnou se stejným znaménkem. Jestliže například uvažujeme časovou řadu, kde dochází ke změnám +++-0+---, vzniká pět runů, z nichž dva mají kladný směr, dva záporný směr a u jednoho nedochází k žádné změně. Celkem tedy existují tři základní druhy runů. Princip runs testu je poté založen na porovnání teoretického a skutečného množství runů.

V praxi mohou nastat tři výsledky. Pokud se daná časová řada vyvíjí náhodným způsobem, musí se počet skutečně naměřených runů přibližně rovnat očekávanému počtu runů. Jinak řečeno, počet skutečných runů se nesmí významně statisticky odlišovat od očekávaného počtu runů. Jestliže je počet skutečných runů významně vyšší než očekávaný počet runů, časová řada je zatížena negativní autokorelací. Dochází zde totiž k většímu střídání růstu a poklesu než by odpovídalo očekávání. Pokud je naopak počet skutečných runů významně menší než počet očekávaných runů, data vykazují pozitivní korelaci, protože zde existují dlouhé časové trendy, kdy je růst následován růstem a pokles dalším poklesem.

Před výpočtem je nejprve formulována nulová a alternativní hypotéza:

$H_0: \rho_k = 0$  (časová řada se vyvíjí náhodným způsobem)

$H_A: \rho_k \neq 0$  (časová řada vykazuje přítomnost autokorelace)

Poté dochází podle vývoje dat k výpočtu skutečného a očekávaného počtu runů. Jak uvádí E. F. Fama (1965), je předpokládáno, že zvolený vzorek dat je vhodnou aproximací celé populace. E. F. Fama (1965, s. 75) zapsal očekávaný počet runů jako:

$$m = [n(n+1) - \sum_{i=1}^3 n_i^2] / n \quad (18)$$

kde  $m$  vyjadřuje očekávaný počet runů,

$n$  je celkový počet pozorování,

$n_i$  je počet pozorování se stejným znaménkem.

Standardní chybu očekávaného počtu runů  $\sigma_m$  vyjádřil E. F. Fama (1965, s. 75) následujícím způsobem:

$$\sigma_m = \left( \frac{\sum_{i=1}^3 n_i^2 \left[ \sum_{i=1}^3 n_i^2 + n(n+1) \right] - 2n \sum_{i=1}^3 n_i^3 - n^3}{n^2(n-1)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (19)$$

Posledním krokem je porovnat očekávané a vypočtené počty runů. Pro identifikaci závislosti je klíčová statistická významnost rozdílu mezi oběma výsledky. Vypočtená hodnota je získána aplikací upraveného testu pro normální rozdělení:

$$K = \frac{(R + 0,5) - m}{\sigma_m} \quad (20)$$

kde  $K$  je vypočtená hodnota,

$R$  vyjadřuje celkový skutečný počet runů.

Pro soubory s velikostí nad 30 pozorování má výsledná veličina  $K$  normální rozdělení se střední hodnotou nula a rozptylem jedna. Ke zjištění statistické významnosti porovnáváme vypočtenou hodnotu s kritickými hodnotami pro normální rozdělení. Nulovou hypotézu přijímáme, pokud je vypočtená hodnota menší než kritická hodnota.

### 3.7.3 Test podílu rozptylů

Posledním aplikovaným statistickým testem ke zjištění nezávislosti výnosů je test podílu rozptylů. Tato metoda vychází z porovnání rozptylů výnosů časové řady za různá období. Pokud se časová řada vyvíjí náhodně, potom se rozptyl  $q$ -tých diferencí časové řady musí rovnat  $q$ -násobku rozptylu výnosu za jedno období. Jinak řečeno, rozptyl se vyvíjí proporcionálně s rostoucí délkou mezi jednotlivými pozorováními. Pokud tedy máme například rozptyl výnosů aktiva za jeden den, potom se tato hodnota musí rovnat pětině rozptylu týdenních výnosů.

Podíl rozptylů  $VR(q)$  definovali A. W. Lo a A. C. MacKinlay (1988, s. 46) jako:

$$VR(q) = \frac{\sigma^2(q)}{\sigma^2(1)} \quad (21)$$

kde  $\sigma^2(q)$  je rozptyl  $q$ -tých výnosů aktiva,

$\sigma^2(1)$  je rozptyl výnosů aktiva za jedno období.

Rozptyly  $\sigma^2(1)$  a  $\sigma^2(q)$  vyjádřili A. W. Lo a A. C. MacKinlay (1988, s. 47) jako:

$$\sigma^2(1) = \frac{1}{nq-1} \sum_{t=1}^{nq} (Z_t - Z_{t-1} - \mu)^2 \quad (22)$$

$$\sigma^2(q) = \frac{1}{q(nq-q+1)(1-\frac{q}{nq})} \sum_{t=q}^{nq} (Z_t - Z_{t-q} - q\mu)^2 \quad (23)$$

kde  $q$  vyjadřuje řád difference,

$Z_t$  je logaritmus ceny  $P$  v čase  $t$ .

Jestliže se časová řada vyvíjí náhodným způsobem, potom se poměr  $VR(q)$  musí rovnat jedné. Definujme tedy nulovou a alternativní hypotézu:

$$H_0 : VR(q) = 1$$

$$H_A : VR(q) \neq 1$$

Pokud je vztah  $VR(q)$  statisticky významně menší než jedna, potom existuje negativní závislost v časové řadě. Je-li naopak vztah  $VR(q)$  statisticky významně vyšší než jedna, mluvíme o pozitivní závislosti v časové řadě. V obou těchto případech je tvrzení o nezávislosti zamítnuto. O přijetí nulové hypotézy můžeme rozhodnout pomocí testové statistiky  $z(q)$ . K. Diviš (2003, s. 44) tvrdí, že testovou statistiku můžeme zapsat následujícím způsobem:

$$z(q) = \frac{(VR(q) - 1)}{\sqrt{s^2(q)}} \quad (24)$$

kde  $s^2$  je standardní chyba poměru rozptylů,

$VR(q)$  je testová statistika.

Výpočet standardní chyby  $s^2(q)$  závisí na tom, jestli je možno mluvit o konstantním rozptylu výnosů (homoskedasticitě) nebo proměnlivém rozptylu výnosů (heteroskedasticitě). A. W. Lo a A. C. MacKinlay (1988, s. 47) uvádí, že pro předpoklad homoskedasticity platí:

$$s^2(q) = \frac{2(2q-1)(q-1)}{3qn} \quad (25)$$

A. W. Lo a A. C. MacKinley (1988) uznávají, že volatilita finančních aktiv není v čase konstantní. Existuje zde významné nebezpečí, že nulová hypotéza bude zamítnuta kvůli porušení předpokladu o homoskedasticitě, přestože jinak jsou výnosy nezávislé. Proto je vhodné zohlednit ve výpočtu také případnou heteroskedasticitu. Standardní chybu  $s^2(q)$  vyjádřili A. W. Lo a A. C. MacKinlay (1988, s. 50) jako:

$$s^2(q) = \sum_{j=1}^{q-1} \left( \frac{2(q-j)}{q} \right)^2 \cdot \hat{\rho}_j \quad (26)$$

kde  $\hat{\rho}_j$  je odhad autokorelačních koeficientů.

Jak uvádí A. W. Lo a A. C. MacKinley (1988, s. 50), asymptotický rozptyl autokorelačních koeficientů  $\delta_j$  může být vyjádřen jako:

$$\delta_j = \left\langle \sum_{t=j+1}^{nq} (Z_t - Z_{t-1} - \mu)^2 (Z_{t-j} - Z_{t-j-1} - \mu)^2 \right\rangle / \left\langle \sum_{t=1}^{nq} (Z_t - Z_{t-1} - \mu)^2 \right\rangle^2 \quad (27)$$

Jak uvádí J. M. Poterba a L. H. Summers (1988), test podílu rozptylů má větší vypovídací hodnotu při testování nezávislosti výnosů než standardní testy autokorelačních koeficientů, jako jsou například autokorelační funkce nebo Ljung – Box statistika.

### **3.8 Testy středně silné formy efektivnosti**

Podle středně silné verze teorie efektivních trhů jsou v cenách zahrnuty všechny veřejně dostupné informace. Testování obvykle zahrnuje informace týkající se daného subjektu, jako je vyplácení dividend, zpětný odkup akcií nebo vyhlášení výsledků hospodaření. Na efektivních trzích by se vyhlášení těchto informací mělo ihned projevit v ceně aktiva. Jednou z možností, jak analyzovat vliv události na cenu, je sestavit případovou studii.

Pomocí případové studie je zkoumán dopad události na cenu aktiva. Nové informace se z podstaty věci objevují náhodně. Jestliže je cena funkcí všech nových informací, potom se cena musí pohybovat také náhodně. Pokud však můžeme nalézt určitou cenovou závislost po některé události, potom lze říct, že tato událost má dlouhodobější efekt na cenu. Díky tomu je možno sestavit obchodní strategii, která přináší nadprůměrné zisky a trh není efektivní.

Je jasné, že existuje velké množství informací, které mohou mít v každém okamžiku vliv na cenu aktiva. Pomocí případové studie se zkoumá vliv pouze jedné události na cenu, což může být právě vzhledem k množství informací obtížné. Proto je nutno zkoumat vliv stejné události, která se několikrát v čase opakuje. Je předpokládáno, že ostatní faktory jsou na sobě navzájem nezávislé, proto můžeme tímto způsobem minimalizovat jejich vliv.

#### **3.8.1 Metodika sestavení případové studie**

J. Y. Campbell, A. W. Lo a A. C. MacKinlay (1997) definovali postup při sestavování případové studie, který můžeme shrnout do následujících kroků:

##### **1. Definice události**

Nejprve je nutno přesně definovat příslušnou událost a určit sledované období. Událost ve smyslu případové studie je možno chápat jako informaci, která má potenciál ovlivnit cenu. Příkladem je vyhlášení hospodářských výsledků, zpětný odkup akcií, rezignace generálního ředitele nebo štěpení akcií.



## 2. Výběr aktiv

Ve druhém kroku je nezbytné rozhodnout, která konkrétní aktiva budou analyzována. V případě firem se často vybírají společnosti o stejné velikosti, předmětu podnikání a jiných společných charakteristikách. Tím se docílí určité homogenity mezi podniky a výsledek je poté blíže interpretovatelný.

## 3. Určení délky sledovaného období

Dále je nutno vymezit sledované období z pohledu frekvence a délky (počet minut, hodin, dnů atd.), po kterou bude reakce ceny sledována. V praxi je poměrně obtížné určit okamžik, kdy došlo ke zveřejnění informace. Analytici jsou totiž často schopni s poměrně dobrou přesností odhadnout výsledek události, jako například zisk společnosti. Vliv této informace proto může být zahrnut v ceně akcie společnosti už dávno před oficiálním vyhlášením. Do analýzy se proto často zahrnuje také období před oficiálním vyhlášením události. Přesná délka období není předem striktně stanovena. Pro zvýšení vypovídací schopnosti je však doporučováno, aby bylo zvoleno kratší období.

## 4. Výběr způsobu výpočtu očekávaných výnosů

V této části se vybere způsob výpočtu očekávaných výnosů. Očekávaný výnos je výnos, který by investor mohl očekávat v jednotlivých dnech sledovaného období při použití některé ze standardních technik. Dá se říct, že tato část je nejdůležitější z celé případové studie, protože právě na základě srovnání očekávaného a skutečného výnosu bude později rozhodnuto o efektivnosti trhu. Otázkou tedy zůstává, jakým způsobem stanovit očekávaný výnos. S. Brown a J. Warner (1980) zmiňují některé možné způsoby.

Zprv je možno počítat s průměrným výnosem aktiva mimo sledované období. V praxi se určí období před a po sledovaném období a vypočítá se průměrný výnos. Očekávaný výnos je tak konstantní pro každý okamžik sledovaného období u jednoho výskytu události.

Druhou možností je použít tržní index  $R_m$ . Očekávaný výnos ve sledovaném období pro daný okamžik je roven výnosu tržního indexu. Na rozdíl od prvního způsobu se jedná o dynamický postup, kdy se hodnoty očekávaného výnosu mění pro každý okamžik sledovaného období.

Třetím možným postupem je aplikace modelu CAPM. Závislost vývoje aktiva na vývoji trhu je vyjádřena pomocí koeficientu beta, který je odhadnut v době mimo sledované

období. Model CAPM definovali Z. Zmeškal, M. Čulík a T. Tichý (2011, s. 47) následujícím způsobem:

$$E(R_{i,t}) = R_{f,t} + \beta_i(R_{m,t} - R_{f,t}) \quad (28)$$

kde  $E(R_{i,t})$  je očekávaný výnos aktiva  $i$  v čase  $t$ ,

$\beta_i$  je koeficient beta aktiva  $i$ ,

$R_m$  je tržní výnos v čase  $t$ ,

$R_{f,t}$  je bezriziková sazba v čase  $t$ .

Jinou možností je využít vícefaktorový model. Očekávaný výnos je kalkulován jako suma vlivu několika faktorů, jako například tržního výnosu, sektorového výnosu nebo inflace. Hodnota tohoto benchmarku se opět mění pro každý okamžik sledovaného období. Vícefaktorový model vyjádřili Z. Zmeškal, M. Čulík a T. Tichý (2011, s. 63) jako:

$$E(R_{i,t}) = R_{f,t} + \sum_j^N [E(F_{j,t}) - R_{f,t}] \cdot \beta_{i,j} \quad (29)$$

kde  $E(F_{j,t})$  je výnos  $j$ -tého faktoru,

$\beta_{i,j}$  je parametr citlivosti výnosu  $i$ -tého aktiva na  $j$ -tý faktor.

Pokud se na uvedené způsoby výpočtu podíváme pozorněji, narazíme opět na problém neexistence tržního indexu na devizovém trhu, který hraje významnou roli ve druhé a třetí metodě. Problematická se jeví také aplikace bezrizikové sazby. Musíme si totiž uvědomit, že u měnového páru by v úvahu připadaly bezrizikové sazby pro obě země. Není úplně jasné, která z nich by byla pro každý měnový pár vhodná. V praxi je navíc velmi obtížné nalézt denní výnosy státních dluhopisů pro některé země. Jestliže bychom tedy postupovali vylučovací metodou, jako nejvhodnější se jeví první způsob výpočtu, kdy je očekávaný výnos roven průměrnému výnosu aktiva mimo sledované období. Není však úplně jasné, jak moc je tato metoda relevantní. Problém je například v tom, že daný postup nijak nezahrnuje volatilitu výnosů v době kolem sledovaného období. Vzhledem ke značnému zjednodušení se proto dá předpokládat, že tuto metodu je vhodné použít až jako úplně poslední možnost.

Očekávaný výnos můžeme vyjádřit ještě jinými způsoby. Jako vhodná možnost se jeví použití geometrického Brownova pohybu. Jak již bylo zmíněno v předešlém textu, S. Brown se ve svém výzkumu zabýval náhodným pohybem částic v kapalině. Jeho činnost má přesah i do oblasti financí, kde popisuje náhodný vývoj finančního aktiva. Pokud se cena vyvíjí náhodně, potom bude nejlepším odhadem budoucího výnosu model vycházející z Brownova

pohybu. Z. Zmeškal, D. Dluhošová a T. Tichý (2004, s. 121) vyjádřili náhodný pohyb měny  $R_{A,t}$  pomocí geometrického Brownova pohybu jako:

$$R_{A,t} = \alpha_i \cdot \Delta t + \sigma_i \cdot \sqrt{\Delta t} \cdot z \quad (30)$$

kde  $\alpha_i$  je roční trend,

$\sigma_i$  je roční směrodatná odchylka,

$z$  je náhodná veličina z normovaného normálního rozdělení  $N(0;1)$ .

V. Goodman a J. Stampfli (2001, s. 88) tvrdí, že trend  $\alpha_i$  může být definován jako:

$$\alpha_i = \bar{R} - \frac{\sigma^2}{2} \quad (31)$$

kde  $\bar{R}$  je průměrná hodnota výnosů a lze ji zapsat jako:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{i,t} \quad (32)$$

kde  $R_{i,t}$  je výnos aktiva  $i$  v čase  $t$  a můžeme jej vyjádřit jako:

$$R_{i,t} = \ln \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} \quad (33)$$

kde  $P_{i,t}$  je cena aktiva  $i$  v čase  $t$ ,

$P_{i,t-1}$  je cena aktiva  $i$  v čase  $t-1$ .

Jak uvádí V. Goodman a J. Stampfli (2001, s. 88), směrodatnou odchylku  $\sigma_i$  můžeme vypočítat jako:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( R_{i,t} - \bar{R} \right)^2} \quad (34)$$

## 5. Určení délky odhadovaného období

Tento bod je přímo spojen s předchozím a je aplikován pouze v případě, kdy se ke kalkulaci očekávaných výnosů zvolí první, třetí nebo čtvrtý způsob výpočtu. U první metody je nutno vypočítat hodnotu průměrných výnosů aktiva mimo sledované období, u třetího a čtvrtého postupu je nutno odhadnout koeficient beta v době mimo sledované období. V praxi se proto určí doba před a po sledovaném období a v této periodě jsou zmíněné parametry vypočítány. Takto zvolené období můžeme nazvat odhadovaným obdobím.

## 6. Výpočet očekávaných výnosů sledovaného období

Dalším krokem je samotný výpočet očekávaných výnosů pro sledované období. Výpočet je zpracován pro každý okamžik sledovaného období u každého případu, kdy nastane definovaná událost.

## 7. Výpočet skutečných výnosů sledovaného období

Pro sledované období, jehož délka je určena v bodě (3), jsou následně vypočteny skutečné výnosy. Jejich hodnoty můžeme vypočítat jako:

$$R_{i,t} = \ln \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} \quad (35)$$

Výpočet je zpracován pro každý okamžik sledovaného období u každého případu, kdy nastane definovaná událost. Skutečné výnosy se následně používají ke srovnání s očekávanými výnosy.

## 8. Výpočet nadprůměrných výnosů sledovaného období

Očekávané výnosy pro každý okamžik sledovaného období jsou nyní porovnány se skutečnými výnosy sledovaného období. Tímto postupem vypočítáme nadprůměrné výnosy, které lze definovat jako rozdíl mezi skutečnými výnosy a očekávanými výnosy. Nadprůměrný výnos můžeme vyjádřit jako:

$$X_{i,t} = R_{i,t} - R_{A,t} \quad (36)$$

kde  $X_{i,t}$  je nadprůměrný výnos aktiva  $i$  v čase  $t$ .

V tomto bodě je nutno vzít v úvahu, že rozdíl mezi skutečným a očekávaným výnosem nebude vždy kladný. Takový výsledek můžeme očekávat zejména v případě, kdy má zvolená událost negativní podobu. Nabízely by se proto pojmy jako nadprůměrný pokles, později potom statisticky významný nadprůměrný pokles apod. V této fázi a později v praktické aplikaci případové studie nebudou tyto pojmy používány, protože by přinesly pouze zmatek. Jejich použití se jeví jako vhodné až při interpretaci výsledků středně silné formy efektivnosti. V tuto chvíli je za nadprůměrný výnos možno obecně považovat každý případ, kde se skutečný výnos liší od očekávaného výnosu.

## 9. Výpočet středních hodnot nadprůměrných výnosů

Dosud se pracovalo s nadprůměrnými výnosy za jednotlivá sledovaná období pro stejnou událost v různých časech. K posouzení dopadu události na cenu je ale třeba zjistit, jak

průměrně reaguje cena na konkrétní informaci, a to zejména proto, abychom zredukovali dopad jiných faktorů. Jednotlivé nadprůměrné výnosy jsou proto zprůměrovány:

$$AR(X_{i,t}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{i,t} \quad (37)$$

kde  $AR(X_{i,t})$  je střední hodnota nadprůměrných výnosů v čase  $t$ ,

$n$  je počet pozorování.

#### 10. Testování statistické významnosti nadprůměrných výnosů

Posledním krokem při sestavování případové studie je testování statistické významnosti středních hodnot nadprůměrných výnosů. Podle nulové hypotézy platí, že nadprůměrné výnosy jsou menší nebo rovny nule:

$$H_0 : AR(X_{i,t}) \leq 0$$

$$H_A : AR(X_{i,t}) > 0$$

Statistické rozdělení hodnot závisí na tom, kolikrát se daná událost opakuje. Jestliže máme alespoň třicet případů, použijeme test pro normální rozdělení a vypočtené hodnoty porovnáme s kritickými hodnotami pro normální rozdělení. V opačné situaci používáme t-test a pro srovnání kritické hodnoty ze Studentova rozdělení.

Obecně můžeme definovat dvě podmínky, na základě kterých lze rozhodnout o efektivnosti české koruny. Po bližším určení délky a frekvence sledovaného období budou tyto předpoklady ještě upřesněny. Zaprvé, pokud je trh efektivní, výsledné hodnoty u více aktiv současně by měly být významné pouze po velmi krátkou dobu od zveřejnění události. Zadruhé, můžeme očekávat, že se i později vyskytnou ojedinělé případy, kdy některé aktivum bude významné v některý okamžik. Abychom ale mohli říct, že hypotéza celkově pro českou korunu neplatí, potom by statisticky významné nadprůměrné výnosy měly existovat pro více aktiv současně ve stejný okamžik.

## **4. Testování efektivnosti české koruny**

Následující část diplomové práce je věnována praktickému testování efektivnosti české koruny. Nejprve je vymezen datový soubor. Poté jsou aplikovány testy slabé formy efektivnosti. V poslední kapitole je testována středně silná forma efektivnosti.

### **4.1 Vymezení datového souboru**

Efektivnost české koruny bude posuzována ve vztahu k euru, americkému dolaru, britské libře a japonskému jenu. Dohromady jde o čtyři měnové páry, které byly zvoleny vzhledem k jejich vysoké likviditě, jak vyplývá z tabulky (2.4).

Zvolená data pochází z databáze Bloomberg a byla poskytnuta společností X-Trade Brokers. Jedná se o uzavírací hodnoty pro denní data v období 1. 1. 1999 – 31. 12. 2012. Grafický vývoj kurzů je v přílohách (1-4). Při volbě časového úseku měla rozhodující význam snaha o získání co nejdelších časových řad. Bylo však také přihlédnuto k tomu, že česká koruna prošla v 90. letech turbulentním obdobím a existuje tak významné nebezpečí jednorázových strukturálních změn. V této době také teprve docházelo k formování nové měny euro, která je dlouhodobě nejlikvidnější spotovou měnou ve vztahu k české koruně, jak vyplývá z tabulky (2.4), a je proto relevantní ji do analýzy zařadit.

Prvním krokem před samotným výpočtem je úprava dat. Vzhledem k tomu, že předmětem zkoumání je efektivnost české koruny, je vhodné se při interpretacích výsledků zmiňovat, o kolik posílila nebo oslabila česká koruna vůči jednotlivým měnám. Pokud bychom použili původní data, kde je koruna vedena jako domácí měna, například CZK/EUR nebo CZK/USD, potom by pohyby měnových párů vyjadřovaly pohyby zahraničních měn vůči koruně. Například změna měnového páru CZK/EUR z úrovně 25 CZK/EUR na 30 CZK/EUR znamená posílení eura o dvacet procent. Tento pohyb však zároveň neznamená, že koruna oslabila o dvacet procent (posílení a oslabení si nejsou rovny). Abychom zjistili tuto změnu, musíme upravit původní data do tvaru 1/CZK/EUR. Tímto způsobem upravíme všechny čtyři časové řady, které budou dále značeny jako EUR/CZK, USD/CZK, GBP/CZK a JPY/CZK.

### **4.2 Testy slabé formy efektivnosti**

Testy slabé formy efektivnosti zahrnují testy jednotkového kořene, runs test a test podílu rozptylů. Výpočet vychází z kapitoly (3.7).

#### 4.2.1 Testy jednotkového kořene

Testy na přítomnost jednotkového kořene zahrnují rozšířený Dickey – Fuller (ADF) test, Philips – Perron (PP) test a Kwitkowski, Philips, Schmidt a Shin (KPSS) test. Výpočet byl zpracován v programu EViews 7 na základě kapitoly (3.7.1). Stacionarita byla vždy zkoumána pro ceny a pro jejich první diference. Jak již bylo zmíněno, pro potvrzení slabé formy efektivnosti musí být časové řady cen nestacionární, zatímco první diference stacionární. K zamítnutí hypotézy o efektivnosti bychom zároveň měli nalézt stejný vývoj u více aktiv, což by naznačovalo, že nejde pouze o odchylku u jednoho konkrétního měnového páru. Podle možnosti zahrnutí exogenních veličin byly u ADF a PP testů testovány vždy tři časové řady, KPSS test byl zpracován ve dvou formách. Řád zpoždění při výpočtu ADF testu byl zvolen na základě maximalizace Schwarzova informačního kritéria s maximálním počtem zpoždění 29. Výsledky jsou v tabulce (4.1).

Tabulka 4.1: Testy jednotkového kořene - ceny

Aktivum	ADF	ADF	ADF	PP	PP	PP	KPSS	KPSS
		Konstanta	Konstanta +Trend		Konstanta	Konstanta +Trend	Konstanta	Konstanta +Trend
EUR/CZK	1,07	-1,12	-3,41**	1,24	-1,02	-3,18*	7,38***	0,30***
USD/CZK	0,58	-0,96	-2,45	0,54	-1,00	-2,58	7,03***	0,68***
GBP/CZK	0,90	-0,73	-2,82	0,93	-0,70	-2,75	7,31***	0,64***
JPY/CZK	0	-1,42	-1,56	0	-1,41	-1,55	4,05***	1,32***

Poznámka: \*\*\*, \*\* a \* značí statistickou významnost na hladině 1 %, 5 % a 10 %

Výsledky testu jednotkového kořene potvrzují platnost hypotézy efektivních trhů. U ADF ani PP testu nebyly nalezeny pro aktiva USD/CZK, GBP/CZK a JPY/CZK žádné statisticky významné hodnoty na žádné hladině významnosti. Na základě KPSS testu můžeme zamítnout nulovou hypotézu o stacionaritě cen pro všechna výše uvedená aktiva.

Na druhé straně byla nalezena významnost pro měnový pár EUR/CZK na hladině významnosti 5 procent u ADF testu a na hladině 10 procent u PP testu pro model s konstantou a trendem. Z tabulky (4.1) je ale také patrné, že KPSS test dopadl odlišně a neukazuje na stacionaritu cen u tohoto modelu, navíc testy pro všechny ostatní formy potvrzují nestacionaritu cen. Můžeme proto uvést, že statisticky významné hodnoty jsou spíše ojedinělé a ani měnový pár EUR/CZK nevykazuje odchylku od hypotézy efektivních trhů.

Dále došlo také k testování stacionarity aktiv v prvních diferencích, jak je vidět v tabulce (4.2). Jestliže se časové řady vyvíjí náhodně, mělo by dojít k zamítnutí nulových

hypotéz pro ADF a PP test, naopak u KPSS testu by měla být přijata nulová hypotéza. Z tabulky (4.2) je vidět, že tyto předpoklady jsou potvrzeny. Můžeme proto říct, že časové řady jsou stacionární v prvních diferencích a je potvrzena podmínka efektivnosti trhů.

Tabulka 4.2: Testy jednotkového kořene – první diference

Aktivum	ADF	ADF	ADF	PP	PP	PP	KPSS	KPSS
		Konstanta	Konstanta +Trend		Konstanta	Konstanta +Trend	Konstanta	Konstanta +Trend
EUR/CZK	-61,64***	-61,66***	-61,65***	-61,99***	-62,05***	-62,04***	0,04	0,04
USD/CZK	-59,91***	-59,92***	-59,91***	-59,96***	-59,96***	-59,95***	0,08	0,08
GBP/CZK	-59,85***	-59,86***	-59,85***	-59,88***	-59,87***	-59,87***	0,10	0,09
JPY/CZK	-61,42***	-61,42***	-61,41***	-61,42***	-61,41***	-61,40***	0,12	0,09

Poznámka: \*\*\*, \*\* a \* značí statistickou významnost na hladině 1 %, 5 % a 10 %

#### 4.2.2 Runs test

Hypotéza efektivních trhů byla dále testována runs testem. Výpočet byl proveden v programu Microsoft Excel 2007 podle postupu uvedeného v kapitole (3.7.2). Postupně byly pomocí několika excelovských funkcí vypočítány počty skutečných runů  $R$ , očekávaných runů  $m$ , standardní chyby očekávaných runů  $\sigma_m$  a testové statistiky  $K$ . Výsledky jsou shrnuty v tabulce (4.3).

Tabulka 4.3: Runs test

Aktivum	Počet pozorování	R	m	K	P-hodnota
EUR/CZK	3650	1913	1854	1,98	0,98
USD/CZK	3651	1849	1837	0,40	0,66
GBP/CZK	3651	1831	1827	0,16	0,57
JPY/CZK	3651	1782	1826	-1,46	0,07*

Poznámka: \*\*\*, \*\* a \* značí statistickou významnost na hladině 1 %, 5 % a 10 %

Z tabulky (4.3) je patrné, že měnové páry EUR/CZK, USD/CZK a GBP/CZK nejsou významné na žádné hladině významnosti. Lze tedy říct, že česká koruna je na základě provedeného runs testu slabě efektivní.

Na druhé straně můžeme pozorovat rozdíl ve vývoji měnového páru JPY/CZK oproti ostatním. Toto aktivum je slabě statisticky významné na hranici deseti procent. Vypočtená  $K$  hodnota je záporná, zatímco u ostatních měn je tato veličina kladná. To znamená, že počet



skutečných runů je u aktiva JPY/CZK menší než počet očekávaných runů, což naznačuje přítomnost slabě statisticky významné pozitivní autokorelace v jednodenních výnosech. Můžeme proto mluvit o formování určitých dlouhodobějších trendů, kdy je z pohledu české koruny kladný výnos následován pozitivním výnosem a negativní výnos záporným výnosem. U ostatních aktiv lze naopak nalézt statisticky nevýznamnou negativní autokorelaci.

Odlišný vývoj aktiva JPY/CZK může být způsoben jeho nejnižší likviditou, jak je vidět z tabulky (2.4). Pro podrobnější vysvětlení je třeba provést ještě další test a následně celkově zhodnotit, jestli jde jen o ojedinělou situaci u tohoto testu nebo o významnější trend.

#### 4.2.3 Test podílu rozptylů

Posledním aplikovaným testem je test podílu rozptylů. Výpočet byl proveden na základě kapitoly (3.7.3). Při stanovení standardní chyby podílu rozptylů bylo zohledněno riziko případné heteroskedasticity, proto bylo postupováno podle rovnice (26). Výpočet byl zpracován v programu EViews 7. Výsledky jsou shrnuty v tabulce (4.4).

Tabulka 4.4: Test podílu rozptylů

Období	Aktivum	VR	Z-statistika	P-hodnota
2	EUR/CZK	0.97	-1.09	0.28
	USD/CZK	1.01	0.32	0.74
	GBP/CZK	0.99	-0.43	0.67
	JPY/CZK	0.99	-0.50	0.62
4	EUR/CZK	0.94	-1.25	0.21
	USD/CZK	1.01	0.23	0.82
	GBP/CZK	0.93	-1.78	0.08*
	JPY/CZK	0.98	-0.43	0.67
8	EUR/CZK	0.89	-1.34	0.18
	USD/CZK	1.02	0.32	0.75
	GBP/CZK	0.90	-1.59	0.11
	JPY/CZK	0.95	-0.63	0.53
16	EUR/CZK	0.81	-1.61	0.11
	USD/CZK	1.07	0.76	0.44
	GBP/CZK	0.89	-1.15	0.25
	JPY/CZK	0.94	-0.59	0.55

Poznámka: \*\*\*, \*\* a \* značí statistickou významnost na hladině 1 %, 5 % a 10 %

Jedinou významnou hodnotou je čtvrtý řád zpoždění u aktiva GBP/CZK na hladině významnosti deset procent. Další výsledky ukazují, že žádný řád zpoždění u žádného

měnového páru není významný na žádné hladině pravděpodobnosti. Můžeme tedy s velkou mírou jistoty říct, že hypotéza o nezávislosti výnosů byla potvrzena, což lze interpretovat jako hlavní závěr testu. Výsledné hodnoty ale můžeme ještě dále analyzovat. Z tabulky (4.4) je vidět, že existuje rozdíl mezi vývojem aktiva USD/CZK a ostatních aktiv.

Podíly rozptylů jsou pro všechna zpoždění u měnového páru USD/CZK větší než jedna. To znamená, že existuje mírná, statisticky nevýznamná pozitivní závislost mezi hodnotami v této časové řadě. Jiná situace nastala u ostatních měnových párů, kde jsou hodnoty podílů rozptylů u všech zpoždění menší než jedna. Tyto výsledky ukazují na mírnou negativní korelaci.

Dále si můžeme povšimnout také vývoje jednotlivých podílů rozptylů. U aktiva USD/CZK se s rostoucím zpožděním zvyšuje pozitivní závislost, zatímco u ostatních měn se zvyšuje negativní korelace. Jinak řečeno, pozitivní hodnoty všech měnových párů s výjimkou USD/CZK v současném období jsou v určité minimální míře následovány negativními hodnotami v dalším období. Budoucí vývoj aktiva USD/CZK má naopak tendenci v menší míře kopírovat současný vývoj. U všech aktiv se tato závislost s rostoucím zpožděním zvyšuje. Otázkou zůstává, jestli se jedná o významný trend nebo pouze o ojedinělou situaci u daného testu. Tato problematika bude řešena ve shrnutí testů slabé formy efektivnosti.

#### **4.2.4 Shrnutí testů slabé formy efektivnosti**

Pokud se na testy slabé efektivnosti podíváme celkově, můžeme říct, že každé aktivum je vždy u jednoho z testů něčím specifické. Model s konstantou a trendem pro aktivum EUR/CZK je statisticky významný u dvou testů jednotkového kořene. Vývoj měnového páru JPY/CZK se podle runs testu odlišuje od ostatních a aktivum je slabě statisticky významné. Aplikací testu podílu rozptylů bylo identifikováno jedno zpoždění u aktiva GBP/CZK, které je slabě statisticky významné. Podle tohoto testu se také vývoj měnového páru USD/CZK statisticky nevýznamně liší od ostatních.

Při analýze nebylo nalezeno žádné aktivum, které by se opakovaně odchylovalo od hypotézy efektivních trhů. Byly nalezeny pouze mírné odchylky, které jsou navíc záležitostí jen konkrétních testů a konkrétních aktiv a nemůžeme z nich vyvodit konzistentní závěr. Česká koruna je efektivní ve slabé formě a lze přistoupit k testům středně silné formy efektivnosti.

## 4.3 Testy středně silné formy efektivity

V této části bude nejprve sestavena případová studie pro konkrétní aktiva. Výsledky budou poté analyzovány ve shrnutí testů středně silné verze efektivity.

### 4.3.1 Sestavení případové studie

Postup vychází z metodologie J. Y. Campbell, A. W. Lo a A. C. MacKinlay (1997), která byla definována v kapitole (3.8.1).

#### 1. Výběr aktiv

Tento krok je vhodné zařadit hned na začátek, ačkoli v metodologické části byl uveden až na druhém místě. Vzhledem k tomu, že předmětem práce je efektivity české koruny a už proběhly testy slabé formy efektivity, je zřejmé, která aktiva budou analyzována. Jedná se o měnové páry EUR/CZK, USD/CZK, GBP/CZK a JPY/CZK.

#### 2. Vymezení události

Vymezení konkrétních události není v případě analýzy měn tak jasné jako u akcií, kde proběhla drtivá většina případových studií. Některé příklady běžně analyzovaných událostí již byly dříve zmíněny, jen pro připomenutí se jedná třeba o zpětný odkup akcií, ohlášení výplaty dividend, ohlášení hospodářských výsledků, udělení pokuty nebo rozhodnutí o účetních změnách. Najít podobné události u měn je složitější. Přesto můžeme z výše uvedených událostí vyvodit určité společné znaky, které musí událost splňovat, aby byla aplikovatelná i na analýzu měny.

V první řadě se zcela jistě musí jednat o významnou událost. Je totiž velmi pravděpodobné, že aktivum je v každém okamžiku sledovaného období ovlivňováno více faktory. Pokud tedy chceme určit dopad konkrétní události, musíme najít událost, která má takový potenciál, že je schopna převýšit vliv ostatních faktorů a ovlivnit cenu ve sledovaném období.

Zadruhé, událost by měla mít předvídatelný efekt na cenu. Jestliže má investor předvídat vývoj ceny a dosáhnout nadprůměrných výnosů, musí vědět, kterým směrem se cena po zveřejnění informace vydá.

Zatřetí, vybraná událost by měla být opakovaná. To znamená, že můžeme analyzovat průměrnou reakci ceny. Díky tomu je možno minimalizovat vliv ostatních faktorů a dosáhnout výsledku s vyšší vypovídací schopností.

Pokud budeme chtít měřit dopad události na kurz měny, budeme se muset zaměřit na událost, která má dopad na celou ekonomiku. Jako určité vodítko nám mohou posloužit teorie, které se snaží vysvětlit pohyby měnových kurzů. Jak uvádí Z. Revenda (2005), do této kategorie lze zařadit teorii platební bilance, teorii parity kupní síly, teorii parity úrokových sazeb a teorii peněžní nabídky. Jako vhodné se tedy jeví takové události, které se týkají přeshraničního toku finančních prostředků, úrokových sazeb, cenové hladiny a peněžní nabídky. Na první pohled se proto celkem logicky nabízí analýza vývoje kurzu na základě vyhlásování údajů o platební bilanci, inflaci, změnách úrokových sazeb a měnových agregátech. Zkusme se nyní podívat na jednotlivé veličiny podrobněji.

Platební bilance je ukazatel zachycující veškeré toky finančních prostředků dané země se zahraničím. Jak uvádí Z. Revenda (2005), při aktivním saldu platební bilance, kdy jsou devizová inkasa větší než devizové úhrady, dochází k převisu devizové nabídky nad devizovou poptávkou. Následkem toho se domácí měna zhodnotí. Naopak, při pasivním saldu, kdy jsou devizové úhrady větší než devizová inkasa, dojde k převisu devizové nabídky nad devizovou poptávkou. V důsledku toho se domácí měna znehodnotí. Můžeme proto říct, že tato veličina má předvídatelný dopad na cenu. Informace o platební bilanci jsou vyhlášovány každý měsíc, takže podmínka opakovatelnosti je také splněna. Poslední definovanou podmínkou je významnost události. Pokud se podíváme na tuto problematiku z hlediska prognóz analytiků a frekvencí komentářů výsledků, zjistíme, že větší význam má ukazatel zahraničního obchodu. Jeho hodnoty jsou také vyhlášovány měsíčně. Můžeme předpokládat, že aktivní saldo zahraničního obchodu povede k tlaku na posílení domácí měny. Pasivní saldo zahraničního obchodu by naopak mělo vést k oslabení domácí měny. Jako vhodnější se proto jeví analýza vývoje měnového kurzu na základě vyhlásování údajů o zahraničním obchodě.

Z. Revenda (2005) tvrdí, že existují dvě hypotézy teorie parity úrokových sazeb. První hypotéza říká, že růst úrokové sazby v jedné zemi vyvolá zvýšený příliv zahraničního kapitálu do této země, což povede k následnému zhodnocení měny. Druhá hypotéza naopak říká, že na efektivně fungujícím trhu musí být vyšší úroková míra v jedné zemi kompenzována budoucím znehodnocením této měny, aby tak došlo k vyrovnání výnosnosti investic denominovaných v domácí i zahraniční měně. Pro účely případové studie plně postačí první hypotéza, protože zkoumáme reakci cen v krátkém období. Podmínka opakovatelnosti je splněna, protože sazby jsou měněny často několikrát za rok. Zasedání centrální banky zároveň patří k velmi sledovaným událostem. Můžeme říct, že úrokové sazby splňují všechny definované podmínky a mohou být zařazeny do případové studie. Konkrétně se bude jednat o změny dvoutýdenní repo sazby České národní banky.

Teorie parity kupní síly vychází ze vztahu cenových hladin doma a v zahraničí. Postupem času se zformulovaly dvě verze této teorie – absolutní a relativní. Absolutní verze vychází ze zákona jedné ceny, kdy měnový kurz odráží poměr cenových hladin ve dvou zkoumaných zemích. Relativní verze naopak zkoumá vývoj cenových hladin doma a v zahraničí. Tempo vývoje cenových hladin by se mělo odrážet v tempu vývoje měnového kurzu. Rostoucí domácí inflace vzhledem k zahraničí by měla vést k oslabování domácí měny. Měřit dopad této veličiny na měnový kurz je velmi problematické. Není možné sledovat reakci aktiva po vyhlášení míry inflace v jedné zemi, protože musíme brát v úvahu také zahraniční cenovou hladinu. Velký vliv má určitě také vzdálenost inflace od inflačního cíle centrální banky. Snažit se předpovědět reakci ceny po zveřejnění inflace je příliš složité a tato veličina zde nebude použita.

Podobné problémy jsou také s teorií peněžní zásoby. Z. Revenda (2005) uvádí, že se za předpokladu konstantních důchodových rychlostí peněz a stejného tempa růstu reálného produktu ve dvou zemích bude znehodnocovat měna země s rychlejším růstem peněžní zásoby. Zde bychom opět museli brát v úvahu další veličiny, navíc vyhlásování údajů o měnových agregátech nemá podobný význam jako předchozí uvedené veličiny. V úvahu by připadaly události typu vyhlášení politiky kvantitativního uvolňování, případně oznámení o devizových intervencích. U těchto událostí by ale nebyla splněna podmínka opakovatelnosti, protože tyto aktivity jsou spíše výjimečné. Analýza reakce ceny na vyhlásování tohoto typu událostí proto není vhodná a nebude zde aplikována.

Jak uvádí K. Lien (2009), v literatuře se pracuje ještě s několika dalšími modely, jako např. s modelem kapitálového trhu, který se opírá o investice do finančních aktiv. Koupě domácích aktiv zahraničními investory vyžaduje konverzi zahraniční měny za domácí měnu. Poptávka po domácích cenných papírech proto tlačí na růst domácí měny. Vyšší atraktivita zahraničních finančních aktiv vede naopak k odlivu finančních prostředků ze země a k tlaku na depreciaci domácí měny. Jestliže předpokládáme, že Česká republika je otevřenou ekonomikou, potom zde musí docházet k přílivu a odlivu kapitálu. Můžeme také očekávat, že část zahraničního kapitálu je alokována do finančních aktiv na kapitálovém trhu, jako jsou akcie. Lze čekat, že růst ceny akcií bude zároveň doprovázen posilováním české koruny a naopak. Otázkou je, jakým způsobem vytvořit z těchto předpokladů významnou a opakovanou událost. Jako významný bude definován růst nebo pokles indexu PX o 4 %. Cílem je ověřit, jakým způsobem se výrazný denní pohyb indexu PX promítá v pohybu měnového kurzu. Co se týče podmínky opakovatelnosti, zde neexistuje žádný velký

problém. Jak je patrné z příloh (9 a 10), k významným pohybům došlo od roku 1999 hned několikrát.

K vymezení událostí je potřeba dodat ještě dvě věci. Zprv, jak bylo zmíněno v kapitole (3.8.1), v případové studii je pracováno také s obdobím před vyhlášením události, protože analytici a investoři jsou často schopni dobře odhadnout očekávaný výsledek. Teoreticky samozřejmě lze počítat se stejným obdobím před i po události. V praxi je ale daleko těžší určit období před událostí než po události. Odhady změn úrokových sazeb a vývoje makroekonomických veličin jsou dělány dlouho dopředu a jejich dopad tak může být v cenách zahrnut už dávno před oficiálním vyhlášením. Je tak velmi složité zvolit vhodné období. Zkusme proto ještě zúžit definované události. Jako vhodná možnost se jeví analýza reakce ceny na událost pouze v momentě, kdy překoná očekávání trhu. Tímto postupem odpadne nutnost složitě stanovovat rozsah období před vyhlášením události. Pokud budeme pracovat pouze s událostí, která překoná očekávání trhu, potom můžeme skutečný okamžik zveřejnění daleko lépe určit a reakci ceny snadněji sledovat.

Významnou změnu indexu PX je možno již z podstaty věci pokládat za neočekávanou událost. U výsledků zahraničního obchodu a změn úrokových sazeb je ale pochopitelně nezbytné zjistit, kdy byl výsledek očekáván a kdy neočekáván. Existuje několik možností<sup>1</sup>, které jsou však veřejně nedostupné. Pokud ale prozkoumáme kompletní denní archivy událostí od začátku roku 1999 do konce roku 2012 u několika relevantních ekonomických zdrojů<sup>2</sup>, můžeme určit, jaký byl odhad trhu a jestli událost překonala očekávání.

Zadruhé, měnové páry jsou už z podstaty věci závislé na událostech v obou zemích. Jak je vidět z předchozího textu, veličiny se týkají pouze České republiky. Tato volba má svůj důvod. Musíme si uvědomit, že zahraniční země by zahrnovaly také Spojené státy a Japonsko a k dispozici jsou jedny denní uzavírací hodnoty. Pokud bychom analyzovali dopad zahraničních událostí na cenu, narazili bychom na problém časového posunu. Doba, která uplyne mezi zveřejněním události v Japonsku a uzavírací cenou pro každý den, se poměrně výrazně liší od Spojených států a Evropy. Událost v jedné zemi by tak mohla mít v den vyhlášení větší vliv než stejná událost v jiné zemi jen proto, že existoval větší časový prostor. Postup by byl podobně složitý jako u stanovení období před vyhlášením události. V praxi bychom mohli pracovat maximálně s eurozónou a Velkou Británií, což by zase znamenalo neúplný výsledek. Pokud by někdo chtěl pracovat s událostmi v zahraničních zemích, bylo by vhodnější použít data s kratší frekvencí, například hodinové, minutové atd.

---

<sup>1</sup> Bloomberg, Consensus Forecast, Reuters, Six Financial Information

<sup>2</sup> <http://www.akcie.cz>, <http://www.ihned.cz>, <http://www.kurzy.cz>

Zkusme nyní shrnout vybrané události. Jde o neočekávaný výsledek zahraničního obchodu, neočekávanou změnu úrokové sazby a významný pohyb indexu PX. Každá z těchto událostí může být pozitivní nebo negativní. Neočekávaně příznivý výsledek zahraničního obchodu je definován jako výsledek, který překonal očekávání alespoň o tři miliardy korun. Neočekávaně nepříznivý výsledek zahraničního obchodu je definován jako výsledek, který byl nižší než očekávání alespoň o tři miliardy korun. Neočekávaná změna úrokové sazby zahrnuje jak neočekávané zvýšení repo sazby, tak také její neočekávaný pokles. Významný nárůst indexu PX je definován jako denní nárůst tohoto indexu alespoň o čtyři procenta. Významný pokles indexu PX je definován jako denní propad tohoto indexu alespoň o čtyři procenta. Celkem tedy nastává šest situací, reakce ceny bude analyzována u každé z nich.

U zahraničního obchodu nebude pracováno s úplně celým časovým horizontem, protože nebylo možno získat informace o dnech vyhlášení a očekávaných výsledcích v období 1999 - 2001. K neočekávaným nárůstům úrokových sazeb docházelo v minulosti velmi zřídka, jak je vidět z přílohy (7), a výsledek proto může být zkreslen. Analýza bude provedena i přes tuto nevýhodu a to hlavně proto, aby byly výsledky kompletní. Vzhledem k vysoké volatilitě indexu PX bude z analýzy této události vyloučeno období září - listopad 2008. V tomto období docházelo kvůli finanční krizi k příliš častým významným pohybům a nebylo by proto možno analyzovat vývoj v dalších dnech. Termíny událostí jsou v přílohách (5-10).

### 3. Určení sledovaného období

Po určení analyzovaných událostí je nyní nezbytné vymezit sledované období. Jak bylo zmíněno v kapitole (4.1), půjde o data s denní frekvencí, protože se jedná o nejkratší dostupné intervaly. Druhým úkolem je vymezit počet dnů. Vzhledem k problémům při stanovení období před vyhlášením události bude sledované období zahrnovat pouze dobu po vyhlášení události. Za optimální se považuje kratší časový horizont, abychom mohli pohyb ceny s co největší pravděpodobností připsat právě dané informaci. Reakce ceny tak bude sledována v den vyhlášení události a v období následujících tří obchodních dnů. Jednotlivé dny budou v dalším textu označeny také jako D (den vyhlášení), D+1 (den po vyhlášení), D+2 (dva dny po vyhlášení) a D+3 (tři dny po vyhlášení).

### 4. Výběr způsobu výpočtu očekávaných výnosů

Očekávaný výnos bude stanoven pomocí geometrického Brownova pohybu, jehož konstrukce již byla popsána v kapitole (3.8.1). Přesto zde dojde k jedné úpravě. V rovnici (30) se pracuje s ročním trendem a roční směrodatnou odchylkou, které jsou poté převedeny

pomocí parametru  $\Delta t$  na požadovaný časový horizont. V našem případě vycházíme z denních dat. Jestliže bychom chtěli do rovnice (30) dosadit roční hodnoty, museli bychom původní denní trend a denní směrodatnou odchylku převést na roční trend a roční směrodatnou odchylku. Vzhledem k dennímu prognózovanému horizontu bychom poté převedli tyto roční parametry pomocí  $\Delta t$  zpět na denní hodnoty. Tento postup se jeví jako zbytečně komplikovaný. Jak navíc uvádí V. Goodman a J. Stampfli (2001, s. 90), v rovnici (30) lze použít také hodnoty s kratší frekvencí. Jako vhodnější se proto jeví použití denního trendu a denní směrodatné odchylky. Při konstrukci očekávaného výnosu bude kalkulováno s denním trendem a denní směrodatnou odchylkou v horizontu předcházejících dvaceti dnů.

#### 5. Určení odhadovaného období

Vzhledem k metodě výpočtu očekávaného výnosu není nutné stanovovat délku odhadovaného období.

#### 6. Výpočet očekávaných výnosů sledovaného období

Při výpočtu očekávaného výnosu pomocí geometrického Brownova pohybu byly nejprve vypočteny parametry trendu a směrodatné odchylky. Poté bylo nasimulováno vždy 100 scénářů pro každý den, které se liší náhodnou složkou  $z$ . Tímto postupem jsme dostali 100 možných očekávaných výnosů pro každý den. Takto vypočtené hodnoty byly nakonec zprůměrovány, čímž vznikl očekávaný výnos pro daný den.

#### 7. Výpočet skutečných výnosů sledovaného období

Další krok spočívá v kalkulaci skutečných výnosů. Výpočet byl zpracován pro každý den sledovaného období u každé události. Výpočet vychází z rovnice (35).

#### 8. Výpočet nadprůměrných výnosů sledovaného období

Po výpočtu skutečných a očekávaných výnosů byly následně stanoveny nadprůměrné výnosy. Jak je patrné z rovnice (36), nadprůměrný výnos pro daný den se rovná rozdílu mezi skutečným výnosem a očekávaným výnosem.

#### 9. Výpočet středních hodnot nadprůměrných výnosů

Jednotlivé nadprůměrné výnosy pro každý den u stejné události byly poté zprůměrovány. Díky tomu víme, o kolik průměrně převyšují nebo naopak zaostávají skutečné výnosy za očekávanými výnosy. Výpočet vychází z rovnice (37).



## 10. Testování statistické významnosti středních hodnot nadprůměrných výnosů

Posledním krokem je testování významnosti středních hodnot nadprůměrných výnosů. Můžeme určit dvě podmínky, na základě kterých lze rozhodnout o efektivnosti. Zaprvé, pokud je trh efektivní, nadprůměrné výnosy u více aktiv musí být statisticky významné pouze v den, kdy je událost vyhlášena. Zadruhé, můžeme očekávat, že se i v dalších dnech vyskytnou ojedinělé případy, kdy některé aktivum bude významné v některý den. Abychom ale mohli říct, že hypotéza celkově pro českou korunu neplatí, potom by statisticky významné nadprůměrné výnosy měly existovat pro více aktiv ve stejný den.

Vzhledem k počtu výskytů událostí předpokládáme, že výnosy mají Studentovo rozdělení, u neočekávaně příznivého výsledku zahraničního obchodu normální rozdělení. Při testování významnosti je potřeba rozlišovat mezi jednotlivými dny. V den události můžeme s velkou mírou pravděpodobností určit směr vývoje nadprůměrných výnosů. U neočekávaně příznivého výsledku zahraničního obchodu, neočekávaného zvýšení úrokové sazby a významného zvýšení akciového indexu je možno očekávat, že skutečný výnos bude vyšší než očekávaný. Naopak u neočekávaně nepříznivého výsledku zahraničního obchodu, neočekávaného snížení úrokové sazby a významného propadu akciového indexu lze předpokládat opačnou situaci. Pro den události proto použijeme jednostranné testy. U zbylých dnů není situace tak zřejmá. Trh je neefektivní, jestliže v další dny zaznamenáme statisticky významný nadprůměrný výnos nebo statisticky významný nadprůměrný pokles. Trend ze dne události může významně pokračovat, jestliže byla původní reakce příliš malá, což se nazývá zpožděná reakce. Pokud si naopak trh uvědomí svoji prvotní chybu, kdy došlo k nadměrné reakci, tak může později dojít k významnému cenovému návratu zpět. V obou těchto případech je trh neefektivní. Pro dny D+1, D+2 a D+3 je proto lepší použít oboustranné testy.

Výpočet byl zpracován v programu Microsoft Excel 2007 a výsledky jsou shrnuty v kapitole (4.3.2). Podrobnější výpočet byl umístěn do příloh (11-32).

### 4.3.2 Shrnutí testů středně silné formy efektivnosti

První událostí je neočekávaný výsledek zahraničního obchodu. Termíny události jsou v přílohách (5 a 6). Reakce ceny byla nejprve analyzována v kontextu neočekávaně příznivého výsledku. Výsledné hodnoty jsou v tabulce (4.5). Můžeme vidět, že v den vyhlášení existuje pouze jeden statisticky významný nadprůměrný výnos, a to u aktiva EUR/CZK na hladině významnosti 5 %. Co se týče ostatních aktiv, koruna je sice silnější než bychom mohli očekávat, ale pouze minimálně. V den D+1 jsou veškeré výsledné hodnoty statisticky nevýznamné a většinou záporné. Daleko zajímavější je pohled na ostatní dny.

V den D+2 jsou nadprůměrné výnosy slabě významné u dvou sledovaných aktiv, EUR/CZK a JPY/CZK a dokonce silně statisticky významné u aktiva USD/CZK. U posledního aktiva, GBP/CZK, byla nalezena významnost na hladině 5 % ve dni D+3.

Najít ekonomické zdůvodnění tohoto vývoje není vůbec jednoduché. V praxi to znamená, že až na jednu výjimku je koruna v den vyhlášení neočekávaně příznivého výsledku zahraničního obchodu pouze o něco málo silnější než bychom mohli očekávat. V den D+1 je poté koruna s jednou výjimkou naopak většinou mírně slabší než můžeme očekávat, což vlastně znamená, že mírné nadprůměrné výnosy ze dne vyhlášení mizí. V den D+2 potom dochází k pokračování poklesu, tentokrát je už ovšem statisticky významný. Tento vývoj bychom mohli očekávat, pokud by hodnoty v den vyhlášení byly statisticky významné a kladné. Potom bychom mohli říct, že okamžitá reakce byla příliš velká a v pozdější dny dochází k návratu zpět. Tato situace by se proto dala aplikovat na aktivum EUR/CZK, u ostatních aktiv je ale okamžitá reakce v den vyhlášení pouze minimální.

Tabulka 4.5: Neočekávaně příznivý výsledek zahraničního obchodu – nadprůměrné výnosy ve sledovaném období

Den	Veličina	Aktivum			
		EUR/CZK	USD/CZK	GBP/CZK	JPY/CZK
D	AR( $X_i$ ) (%)	0,11**	0,02	0,13	0,06
	$\sigma_i$ (%)	0,39	0,88	0,69	0,96
	Z-test	1,70	0,12	1,04	0,35
	P-hodnota	0,04	0,45	0,15	0,36
D+1	AR( $X_i$ ) (%)	0,04	-0,11	-0,05	-0,13
	$\sigma_i$ (%)	0,35	0,76	0,57	0,79
	Z-test	0,63	-0,86	-0,51	-0,95
	P-hodnota	0,53	0,39	0,61	0,34
D+2	AR( $X_i$ ) (%)	-0,12*	-0,33***	-0,09	-0,26*
	$\sigma_i$ (%)	0,35	0,67	0,61	0,86
	Z-test	-1,89	-2,82	-0,81	-1,75
	P-hodnota	0,06	0,005	0,42	0,08
D+3	AR( $X_i$ ) (%)	-0,09	-0,23	-0,27**	-0,28
	$\sigma_i$ (%)	0,42	1,00	0,67	1,01
	Z-test	-1,18	-1,34	-2,31	-1,60
	P-hodnota	0,24	0,18	0,02	0,11

Poznámka: \*\*\*, \*\* a \* značí významnost na hladině 1 %, 5 % a 10 %

Pokud se nad situací zamyslíme více, můžeme najít dvě možná vysvětlení. Zaprvé, zahraniční obchod nemá okamžitý dopad na měnový kurz a to ani v případě, kdy překoná

očekávání trhu. Neočekávaně dobré výsledky ale mohou vytvořit pozitivní očekávání, že také další ukazatele budou velmi dobré. Jestliže však pozdější vývoj těchto ukazatelů očekávání nenaplní, může koruna oslabit daleko více než by se dalo očekávat. Problém je samozřejmě určit, které ukazatele mohou mít takový dopad. Teoreticky by to mohly být například údaje o inflaci nebo průmyslu, které jsou vyhlášovány měsíčně a zhruba ve stejném období jako zahraniční obchod. Druhým možným vysvětlením je, že jde pouze o náhodu. Výsledky jsou jen souhrnem několika náhodných faktorů. Musíme ale říct, že bylo zaznamenáno celkem 33 případů výskytu neočekávaně příznivého výsledku zahraničního obchodu, což lze považovat za reprezentativní vzorek a faktor náhody tak byl omezen. Neočekávaně příznivé výsledky zahraničního obchodu proto statisticky naznačují neefektivnost české koruny.

Neefektivita byla dále zkoumána u neočekávaně nepříznivého vývoje zahraničního obchodu. Výsledky jsou v tabulce (4.6). V den vyhlášení jsou skutečné výnosy převážně mírně nižší než očekávané, v dalších dnech dochází ke střídání kladných a záporných hodnot. Jediná významná hodnota byla nalezena u aktiva GBP/CZK v den D+3 na hladině 5 %, což ale v této situaci nenaznačuje trend, ale spíše jen ojedinělý případ. Výsledky neočekávaně nepříznivého vývoje zahraničního obchodu jsou v souladu s hypotézou efektivních trhů.

Tabulka 4.6: Neočekávaně nepříznivý výsledek zahraničního obchodu - nadprůměrné výnosy ve sledovaném období

Den	Veličina	Aktivum			
		EUR/CZK	USD/CZK	GBP/CZK	JPY/CZK
D	AR( $X_i$ ) (%)	-0,02	-0,04	-0,26	0,02
	$\sigma_i$ (%)	0,64	0,98	0,81	1,55
	T-test	-0,14	-0,15	-1,30	0,04
	P-hodnota	0,45	0,44	0,11	0,48
D+1	AR( $X_i$ ) (%)	0,03	0,03	0,04	-0,16
	$\sigma_i$ (%)	0,66	1,35	0,98	1,52
	T-test	0,15	0,09	0,16	-0,42
	P-hodnota	0,88	0,93	0,87	0,68
D+2	AR( $X_i$ ) (%)	-0,11	-0,11	-0,08	-0,25
	$\sigma_i$ (%)	0,31	0,68	0,45	0,64
	T-test	-1,46	-0,67	-0,73	-1,55
	P-hodnota	0,16	0,51	0,48	0,14
D+3	AR( $X_i$ ) (%)	0,10	0,41	0,36**	0,38
	$\sigma_i$ (%)	0,56	0,96	0,66	0,98
	T-test	0,71	1,72	2,14	1,54
	P-hodnota	0,49	0,11	0,05	0,14

Poznámka: \*\*\*, \*\* a \* značí významnost na hladině 1 %, 5 % a 10 %

Druhou sledovanou událostí je neočekávaná změna repo sazby ČNB. Termíny události jsou v přílohách (7 a 8). V tabulce (4.7) nejprve vidíme nadprůměrné výnosy na základě jejího neočekávaného zvýšení. Jak již bylo zmíněno, tato situace se objevovala jen velmi zřídka a je třeba jí přikládat menší váhu. Nadprůměrné výnosy jsou významné v den události na hladině 10 % u aktiva USD/CZK a na hladině 1 % u aktiva JPY/CZK. U zbylých dvou aktiv jsou vypočtené statistiky poměrně blízko 10% hladině významnosti. Můžeme říct, že nadprůměrné výnosy se v den události chovají tak, jak bychom mohli očekávat, protože zvýšení úrokové sazby by dle ekonomické teorie mělo vést k posílení měny. Jedinou významnou hodnotou v dalších dnech je nadprůměrný výnos pro aktivum JPY/CZK ve dni D+3 na hladině významnosti 10 %. Tato situace je pouze ojedinělá a nesvědčí o neefektivitě trhů.

Tabulka 4.7: Neočekávaný nárůst repo sazby ČNB - nadprůměrné výnosy ve sledovaném období

Den	Veličina	Aktivum			
		EUR/CZK	USD/CZK	GBP/CZK	JPY/CZK
D	AR( $X_i$ ) (%)	0,23	0,58*	0,38	0,42***
	$\sigma_i$ (%)	0,44	0,69	0,63	0,13
	T-test	1,07	1,67	1,19	6,32
	P-hodnota	0,18	0,10	0,16	0,004
D+1	AR( $X_i$ ) (%)	-0,03	-0,36	0,02	-0,05
	$\sigma_i$ (%)	0,21	0,42	0,48	0,37
	T-test	-0,30	-1,73	0,09	-0,25
	P-hodnota	0,78	0,18	0,93	0,82
D+2	AR( $X_i$ ) (%)	-0,11	-0,21	-0,10	0,04
	$\sigma_i$ (%)	0,33	0,27	0,30	0,15
	T-test	-0,66	-1,59	-0,67	0,51
	P-hodnota	0,56	0,21	0,55	0,65
D+3	AR( $X_i$ ) (%)	0,03	0,10	0,29	0,22*
	$\sigma_i$ (%)	0,09	0,39	0,33	0,15
	T-test	0,69	0,52	1,76	3,04
	P-hodnota	0,54	0,64	0,18	0,06

Poznámka: \*\*\*,\*\* a \* značí významnost na hladině 1 %, 5 % a 10 %

V tabulce (4.8) dále vidíme hodnoty nadprůměrných výnosů na základě neočekávaného snížení úrokové sazby. U všech aktiv je skutečný výnos v den události statisticky významně nižší než očekávaný. Hodnoty jsou významné maximálně na hladině významnosti 5 %, v některých případech dokonce na 1% úrovni. Tento vývoj bychom podobně jako v předchozím případě mohli očekávat, protože pokles úrokové sazby by měl

vést k oslabení měny. V dalších dnech jsou skutečné výnosy téměř výhradně mírně vyšší než očekávané, u aktiva GBP/CZK jsou nadprůměrné výnosy v den D+2 významné na hladině významnosti 1 %. Opět se ale jedná jen o izolovaný případ a můžeme proto konstatovat, že ani tady nebyl nalezen žádný důkaz o neefektivnosti trhů.

Tabulka 4.8: Neočekávaný pokles repo sazby ČNB - nadprůměrné výnosy ve sledovaném období

Den	Veličina	Aktivum			
		EUR/CZK	USD/CZK	GBP/CZK	JPY/CZK
D	AR( $X_i$ ) (%)	-0,52***	-0,77**	-0,72***	-0,81**
	$\sigma_i$ (%)	0,56	1,21	0,83	1,60
	T-test	-3,49	-2,37	-3,26	-1,89
	P-hodnota	0,002	0,02	0,003	0,04
D+1	AR( $X_i$ ) (%)	0,20	0,01	0,30	-0,08
	$\sigma_i$ (%)	0,55	1,03	0,80	0,70
	T-test	1,39	0,05	1,42	-0,43
	P-hodnota	0,19	0,96	0,18	0,67
D+2	AR( $X_i$ ) (%)	0,13	0,22	0,48***	0,43
	$\sigma_i$ (%)	0,45	0,67	0,56	1,12
	T-test	1,06	1,23	3,23	1,46
	P-hodnota	0,31	0,24	0,01	0,17
D+3	AR( $X_i$ ) (%)	0,01	0,18	0,06	0,22
	$\sigma_i$ (%)	0,28	0,60	0,43	0,70
	T-test	0,13	1,13	0,54	1,19
	P-hodnota	0,90	0,28	0,60	0,25

Poznámka: \*\*\*, \*\* a \* značí významnost na hladině 1 %, 5 % a 10 %

Poslední sledovanou událostí jsou významné změny indexu PX. Termíny události jsou v přílohách (9 a 10). V tabulce (4.9) jsou nejprve nadprůměrné výnosy v závislosti na významném nárůstu indexu. Situace je velmi podobná jako v předchozím případě. V den události jsou všechny nadprůměrné výnosy významné, a to maximálně na hladině 5 %, některé na 1% hladině. V dalších dnech poté můžeme nalézt pouze jednu významnou hodnotu, což je nadprůměrný výnos pro aktivum GBP/CZK v den D+2 na hladině 10 %. Také v tomto případě lze konstatovat, že hypotéza efektivních trhů platí.

Tabulka 4.9: Významný nárůst indexu PX – nadprůměrné výnosy ve sledovaném období

Den	Velikčina	Aktivum			
		EUR/CZK	USD/CZK	GBP/CZK	JPY/CZK
D	AR( $X_i$ ) (%)	0,38**	0,95***	0,40**	1,16***
	$\sigma_i$ (%)	0,62	1,43	0,72	1,63
	T-test	2,43	2,66	2,24	2,85
	P-hodnota	0,01	0,01	0,02	0,01
D+1	AR( $X_i$ ) (%)	-0,09	-0,05	-0,36	-0,17
	$\sigma_i$ (%)	0,55	0,97	1,18	0,84
	T-test	-0,63	-0,19	-1,21	-0,81
	P-hodnota	0,54	0,85	0,25	0,43
D+2	AR( $X_i$ ) (%)	0,03	-0,17	0,33*	-0,01
	$\sigma_i$ (%)	0,71	1,25	0,65	1,20
	T-test	0,19	-0,52	1,95	-0,03
	P-hodnota	0,85	0,61	0,07	0,98
D+3	AR( $X_i$ ) (%)	0,04	0,00	0,11	0,14
	$\sigma_i$ (%)	0,36	0,47	0,77	0,84
	T-test	0,44	-0,03	0,55	0,67
	P-hodnota	0,67	0,98	0,59	0,51

Poznámka: \*\*\*, \*\* a \* značí významnost na hladině 1 %, 5 % a 10 %

Tabulka 4.10: Významný pokles indexu PX – nadprůměrné výnosy ve sledovaném období

Den	Velikčina	Aktivum			
		EUR/CZK	USD/CZK	GBP/CZK	JPY/CZK
D	AR( $X_i$ ) (%)	-0,18**	-0,47**	-0,30**	-0,96***
	$\sigma_i$ (%)	0,45	1,12	0,88	1,22
	T-test	-2,04	-2,14	-1,75	-4,03
	P-hodnota	0,03	0,02	0,05	0,0002
D+1	AR( $X_i$ ) (%)	0,25**	0,42**	0,27*	0,74**
	$\sigma_i$ (%)	0,62	0,99	0,68	1,70
	T-test	2,07	2,16	1,99	2,21
	P-hodnota	0,05	0,04	0,06	0,04
D+2	AR( $X_i$ ) (%)	0,17	0,25	0,07	0,13
	$\sigma_i$ (%)	0,54	0,92	0,81	0,88
	T-test	1,54	1,35	0,41	0,72
	P-hodnota	0,14	0,19	0,68	0,48
D+3	AR( $X_i$ ) (%)	0,09	-0,01	0,12	0,33
	$\sigma_i$ (%)	0,57	1,20	0,61	1,48
	T-test	0,79	-0,05	0,92	1,08
	P-hodnota	0,44	0,96	0,37	0,29

Poznámka: \*\*\*, \*\* a \* značí významnost na hladině 1 %, 5 % a 10 %

V tabulce (4.10) můžeme vidět nadprůměrné hodnoty v závislosti na významném poklesu indexu PX. V den události dochází k významnějším poklesu všech aktiv než bychom mohli očekávat. Významnost byla nalezena většinou na hladině 5 %, v případě aktiva JPY/CZK na hladině 1 %. V den D+1 nastává následně opačná situace. Skutečný výnos je u všech aktiv vyšší než bychom mohli očekávat. Hodnoty jsou významné na hladině 5 %, u aktiva GBP/CZK potom na hladině 10 %. Původní pokles v den události bývá zřejmě příliš velký a v dalším dni dochází ke korekci. Jinak řečeno, významný propad indexu PX vystraší investory natolik, že se z České republiky stahují úplně. Další den si však uvědomí svou předchozí chybu a začnou opět českou korunu nakupovat. Toto jednání by bylo v souladu s názorem, že trhy jsou v krátkém období ovlivňovány psychologickými faktory a investoři vykazují známky stádního chování – herd behavior.

Pokusme se nyní shrnout celkové výsledky. Vyskytly se dvě situace, které statisticky svědčí o neefektivitě české koruny. V první řadě jde o neočekávaně příznivý výsledek zahraničního obchodu, kdy je ve dni D+2 skutečný výnos u více aktiv významně menší než očekávaný. Druhá situace je u významného propadu indexu PX, kde existuje významný nadprůměrný výnos u více aktiv v den D+1. V obou případech je nadprůměrný výnos opačný tomu, jaký byl v den události, což signalizuje určitou korekci. Za skutečnou korekci je ale třeba považovat pouze druhou situaci, protože u neočekávaně příznivého výsledku zahraničního obchodu se v den události nevyskytly ve větší míře významné hodnoty. U ostatních událostí byly zaznamenány významné nadprůměrné výnosy ve větší míře jen v den události a pouze ojedinělé hodnoty v dalších dnech sledovaného období. Na základě dvou výše uvedených případů lze říct, že česká koruna není efektivní ve středně silné verzi.

Otázkou je, jestli by bylo možno na základě dvou výše zmíněných situací skutečně sestavit ziskovou obchodní strategii. V praxi bychom pro tento účel museli znát ještě velikost transakčních nákladů. Jejich zjišťování pro celé období od roku 1999 by byl složitý úkol, který by přesahoval rámec diplomové práce. Pokud budeme od transakčních nákladů abstrahovat, potom můžeme konstatovat, že by bylo možno ziskovou obchodní strategii sestavit.

## 5. Závěr

Hypotéza efektivních trhů byla předmětem zkoumání mnoha studií z oblasti ekonomie a financí. V současné době je předpoklad efektivních trhů důležitou součástí mnoha finančních modelů. Většina prací se zaměřovala na akciové trhy, některé výzkumy byly provedeny také v oblasti devizového trhu. Existuje však pouze několik málo prací, kde byla v nějakém kontextu zkoumána efektivnost české koruny vůči některé ze zahraničních měn. Podle vědomí autora neexistuje žádná práce, která by komplexně zkoumala problematiku efektivnosti české koruny. Cílem práce bylo proto posoudit efektivnost české koruny ve středně silné formě.

Efektivnost české koruny byla testována ve vztahu ke čtyřem měnám – euru, americkému dolaru, britské libře a japonskému jenu. Pro dosažení co nejvyšší vypovídací schopnosti byla zvolena denní data od roku 1999.

Pro testování středně silné verze efektivnosti bylo nezbytné nejprve provést testy slabé formy efektivnosti. K tomuto účelu byly vybrány tři standardní testy – testy jednotkového kořene, runs test a test podílu rozptylů. U dvou testů jednotkového kořene byly nalezeny statisticky významné hodnoty pro aktivum EUR/CZK v modelu s konstantou a trendem. Aktivum JPY/CZK bylo podle runs testu slabě statisticky významné a jeho vývoj se odlišoval od ostatních aktiv. Poslední provedený test, test podílu rozptylů, identifikoval jedno zpoždění u aktiva GBP/CZK, které je slabě statisticky významné. Na základě tohoto testu se také ukázalo, že vývoj měnového páru USD/CZK se statisticky nevýznamně liší od ostatních. U jednotlivých testů tedy bylo možno nalézt určité mírné odchylky, jednalo se však pouze o ojedinělé případy a nikoli o zřetelný trend. Proto bylo konstatováno, že česká koruna je slabě efektivní a mohli jsme přistoupit k testům středně silné efektivnosti.

Pro posouzení platnosti středně silné verze efektivnosti byla zpracována případová studie, která však bývá běžně aplikována na akciový trh a bylo proto nezbytné učinit některé úpravy. Nejprve bylo třeba vybrat vhodné události, které mohou ovlivnit kurz měny. Volba událostí byla založena na ekonomické teorii a zahrnovala zahraniční obchod, změny repo sazby České národní banky a významné pohyby indexu PX. Vzhledem k problémům s určením skutečného data vyhlášení byly zvolené události testovány pouze v momentě, kdy překonají očekávání trhu. Pro tyto účely byly prozkoumány kompletní denní archivy několika ekonomických serverů od začátku roku 1999 do konce roku 2012. Druhým problémem byla volba výpočtu očekávaného výnosu, protože obvyklé metody počítají s tržním indexem a bezrizikovou sazbou, což je v případě devizového trhu problematické. Očekávaný výnos byl



určen pomocí geometrického Brownova pohybu. Tato metoda má své opodstatnění, protože na efektivním trhu by měl být pohyb měny náhodný a geometrický Brownův pohyb může být použit k popisu náhodného vývoje měny.

Abychom mohli konstatovat, že česká koruna je efektivní ve středně silné formě, potom by měly existovat statisticky významné výnosy současně pro více aktiv pouze v den události. Celkem se vyskytly dva případy, které ukazují na neefektivnost české koruny. Prvním je neočekávaně příznivý výsledek zahraničního obchodu, kdy je ve dni  $D+2$  skutečný výnos u více aktiv významně menší než očekávaný. Druhá situace nastala u významného propadu indexu PX, kde existují významné nadprůměrné výnosy v den  $D+1$ . Z hlediska ekonomické teorie je možno snáze vysvětlit druhý případ, kde zřejmě působí určité psychologické efekty. Prvotní vývoj aktiv v den události je příliš velký a později dochází k cenové korekci. V prvním případě nemůžeme neefektivnost podobně jasně ekonomicky zdůvodnit a bude proto nutné provést v budoucnu další měření a vzít v úvahu další ekonomické veličiny. Celkově můžeme říct, že nové informace nejsou v některých případech dostatečně rychle promítnuty do cen aktiv a česká koruna proto není efektivní ve středně silné formě.

Přínos práce můžeme vidět ve dvou oblastech. Zaprvé, existence nadprůměrných výnosů dává investorům příležitost k sestavení ziskové obchodní strategie. Druhý subjekt, který může z výsledků profitovat, je centrální banka. Jestliže je možno předvídat v některých případech vývoj devizových kurzů, potom může centrální banka odhadnout dopad své měnové politiky na kurz měny. Důležitost správného odhadu roste hlavně v době, kdy je devizový kurz vnímán jako jedna z mála možností, jak podpořit ekonomický růst.

Téma je možno v budoucnu rozšířit několika způsoby. Jako vhodné se jeví zkoumání vývoje cen v závislosti na dalších vyhlášených veličinách. Ty mohou zahrnovat například hrubý domácí produkt, nezaměstnanost, průmysl nebo některé politické události. Jako velmi zajímavá událost se jeví významné pohyby denních cen státních dluhopisů. Toto aktivum můžeme zařadit do modelu kapitálového trhu a bylo by určitě zajímavé porovnat tyto výsledky s reakcí cen aktiv v kontextu významných pohybů akciového trhu. V úvahu připadá také využití dat s kratší frekvencí, pokud budou dostupná. Použitím těchto dat odpadne problém časového posunu a bude možno analyzovat také vliv zahraničních událostí. Další možností je porovnat vývoj nadprůměrných výnosů po očekávaných a neočekávaných událostech. Posledním námětem může být podrobnější zkoumání ekonomické příčiny významnosti nadprůměrných výnosů v kontextu neočekávaně příznivého výsledku zahraničního obchodu.

## Seznam použité literatury

### Odborné knihy

- [1] ARLT, Josef. *Moderní metody modelování ekonomických časových řad*, 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 1999. 312 s. ISBN 80-7169-539-4.
- [2] DOUGHERTY, Christopher. *Introduction to Econometrics*. 3. vyd. New York: Oxford University Press, 2007. 480 s. ISBN 978-0-19-928096-4.
- [3] GOODMAN, Victor a Joseph STAMPFLI. *Mathematics of Finance*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole, 2001. 250 s. ISBN 978-0-8218-4793-0.
- [4] GREENE, Wiliam H. *Econometric analysis*. 6. vyd. Prentice Hall, 2008. 1178 s. ISBN 978-0-13-513245-6.
- [5] HAUGEN, Robert A.: *Modern investment theory*, 3.vyd. Prentice Hall, 1993. 730 s. ISBN 0-135-94334-5.
- [6] JÍLEK, Josef. *Finanční trhy a investování*, 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. 648 s. ISBN 978-80-247-1653-4.
- [7] KOHOUT, Pavel. *Finance po krizi – Evropa na cestě do neznáma*. 3. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. 328 s. ISBN 978-80-247-4019-5.
- [8] LIEN, Kathy. *Day Trading and Swing Trading the Currency Market*. 2. vyd. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009. 290 s. ISBN 978-0-470-37736-9.
- [9] LO, Andrew W. a A. Craig MACKINLEY. *A Non-Random Walk Down Wall Street*. Princeton University Press. 1999. 448 s. ISBN: 978-0-691-09256-0.
- [10] MALKIEL, Burton G. *A Random Walk Down Wall Street*. 7.vyd. New York: W. W. Norton & Company, 1999. 461 s. ISBN 0-393-04781-4.

- [11] POLOUČEK, Stanislav a kol. *Bankovníctví*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2006. 716 s. ISBN 80-7179-462-7.
- [12] POMĚNKOVÁ, Jitka a Stanislav KAPOUNEK. *Stabilita devizového kurzu - komparace eura a amerického dolaru*. In LACINA, L. - RUSEK, A. Evropská unie: Trendy, příležitosti, rizika. 1. vyd. Plzeň: nakladatelství Aleš Čeněk, 2007, s. 149-163. ISBN 978-80-7380-077-2.
- [13] REVENDA, Zbyněk, Martin MANDEL a kol. *Peněžní ekonomie a bankovníctví*. 4. vyd. Praha: Managament Press, 2005. 520 s. ISBN 80-7261-132-1.
- [14] SHILLER, Robert J. *Investiční horečka – iracionální nadšení na kapitálových trzích*. 1. vyd. Princeton University Press, 2000. 296 s. ISBN 978-80-247-2482-9.
- [15] VESELÁ, Jitka. *Investování na kapitálových trzích*. 2. vyd. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2011. 780 s. ISBN 978-80-7357-647-9.
- [16] ZMEŠKAL, Zdeněk, Dana DLUHOŠOVÁ a Tomáš TICHÝ. *Financial models*. 1. vyd. VŠB - Technická Univerzita Ostrava, 2004. 254 s. ISBN 80-248-0754-8.
- [17] ZMEŠKAL, Zdeněk, Miroslav ČULÍK a Tomáš TICHÝ. *Finanční rozhodování za rizika*. 3. vyd. VŠB – Technická Univerzita Ostrava, 2011. 191 s. ISBN 978-80-248-2505-2.

### **Články v odborných časopisech**

- [1] ALEXANDER, Sydney. Price Movements in Speculative Markets: Trends or Random Walks. *Industrial Management Review*. 1961, roč. 2, č. 2, str. 7-26.  
Dostupné z: <http://history.technicalanalysis.org.uk/Alex64.pdf>
- [2] BALL, Ray. Anomalies in Relationships Between Securities Yields and Yield-Surrogates. *Journal of Financial Economics*. 1978, roč. 6, č. 2-3. str. 103-126.  
Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304405X78900260>

[3] BALL, Ray. The Global Financial Crisis and the Efficient Market Hypothesis: What Have We Learned. *Journal of Applied Corporate Finance*. 2009, roč. 21, č. 4.

Dostupné z: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1502815](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1502815)

[4] BASU, Sanjoy. The Investment Performance of Common Stocks in Relation to their Price to Earnings Ratio: A Test of the Efficient Markets Hypothesis. *Journal of Finance*. 1977.

roč. 32, č. 3, str. 663-682. Dostupné z: <http://e-m-h.org/Basu1977.pdf>

[5] BLACK, Fischer. Noise. *Journal of Finance*. 1986, roč. 41, č. 3, str. 529-543.

Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/pdfplus/2328481.pdf>

[6] BROWN, Stephen J. a Jerold B. WARNER. Measuring Security Price Performance. *Journal of Financial Economics*. 1980, str. 205-258.

[7] CLARKE, Jonathan, Tomas JANDIK a Gershon MANDELKER. The Efficient Markets Hypothesis. *Expert Financial Planning: Advice from Industry Leaders*. 2001, str. 126-141.

Dostupné z: <http://www.e-m-h.org/CIJM.pdf>

[8] DIMSON, Elroy a Massoud MUSSAVIAN. A brief history of market efficiency. *European Financial Management*. 1998, roč. 4, č. 1, str. 91-193.

Dostupné z: [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=84828](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=84828)

[9] FAMA, Eugene F. The Behaviour of Stock-Market Prices. *Financial Analyst Journal*. 1965, roč. 21, č. 5, str. 55-59. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/2350752>

[10] FAMA, Eugene F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*. 1970. roč. 25, č. 2, str. 383-417.

Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/2325486>

[11] FAMA, Eugene F. Efficient Capital Markets II. *Journal of Finance*. 1991, roč. 46, č. 5, str. 575-617. Dostupné z: <http://www.e-m-h.org/Fama91.pdf>

[12] FAMA, Eugene F. a Kenneth R. FRENCH. The Cross-Section of Expected Returns. *Journal of Finance*. 1992, roč. 47, č. 2 str. 427-465.

Dostupné z: <http://home.business.utah.edu/finmll/fin787/papers/famafrench1992.pdf>

[13] GROSSMAN, Sanford J. a Joseph E. STIGLITZ. On the Impossibility of Informationally Efficient Markets. *American Economic Review*. 1980, roč. 70, č. 3, str. 393-408.

Dostupné z: [www.jstor.org/stable/1805228](http://www.jstor.org/stable/1805228)

[14] JENSEN, Michael C. Some anomalous evidence regarding market efficiency, *Journal of Financial Economics*. 1978, roč. 6, č. 2-3, str. 95-101.

Dostupné z: <http://eprints.kfupm.edu.sa/65788/1/65788.pdf>

[15] KENDALL, Maurice G. The Analysis of Economic Time Series. *Journal of the Royal Statistical Society*. 1953, r. 116, č. 1, s. 11-25. Dostupné z: <http://www.e-m-h.org/KeHi53.pdf>

[16] LO, Andrew W. a A. C. MACKINLEY. Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. *The Review of Financial Studies*. 1988, roč. 1, č. 1, str. 41-66. Dostupné z: <http://rfs.oxfordjournals.org/content/1/1/41.full.pdf+html>

[17] MALKIEL, Burton G. The Efficient Market Hypothesis and Its Critics. *Journal of Economic Perspectives*. 2003, roč. 17, č. 1, str. 59-82.

Dostupné z: [www.jstor.org/stable/3216840](http://www.jstor.org/stable/3216840)

[18] POTERBA, James M. a Lawrence H. SUMMERS. Mean Reversion in Stock Prices: Evidence and Implications. *Journal of Financial Economics*. 1988, roč. 22, č. 1, str. 27-59.

Dostupné z: <http://www.nber.org/papers/w2343>

[19] SAMUELSON, Paul. Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly. *Industrial Management Review*. 1965, roč. 6, č. 2, str. 41-49.

Dostupné z: <http://www.math.uu.se/cim/seminars/Samuelson-Proof.pdf>

[20] SEWELL, Martin. History of the Efficient Market Hypothesis. *UCL Department of Computer Science*. 2011. Dostupné z: [http://www.cs.ucl.ac.uk/fileadmin/UCL-CS/images/Research\\_Student\\_Information/RN\\_11\\_04.pdf](http://www.cs.ucl.ac.uk/fileadmin/UCL-CS/images/Research_Student_Information/RN_11_04.pdf)

[21] SCHOLLES, Myron. The Market for Securities: Substitution Versus Price Pressure and the Effects of Information on Share Prices. *Journal of Business*. 1972, roč. 45, č. 2, str. 179-211. Dostupné z: <http://www.e-m-h.org/Scho72.pdf>

[22] TIMMERMAN, Allan a Clive W. J. GRANGER. Efficient market hypothesis and forecasting. *International Journal of Forecasting*. 2004, roč. 20, č. 1, str. 15–27. Dostupné z: [www.forecasters.org/pdfs/ijf/TimmermannGranger.pdf](http://www.forecasters.org/pdfs/ijf/TimmermannGranger.pdf)

## **Elektronické dokumenty a ostatní**

[1] Banka pro mezinárodní platby, BIS: *Triennial Central Bank Survey*. prosinec 2010. ISSN 1814-7356. Dostupné z: <http://www.bis.org/publ/rpfxfl0t.pdf>

[2] Mezinárodní měnový fond, MMF: *Currency Composition of Official Foreign Exchange Reserves*. 28. 12. 2012. Dostupné z: <http://www.imf.org/external/np/sta/cofer/eng/cofer.pdf>

[3] Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj, OECD: *FDI IN FIGURES*. 15.1. 2013. Dostupné z: <http://www.oecd.org/daf/inv/FDI%20in%20figures.pdf>

[4] DIVIŠ, Karel. *Efektivnost kapitálových trhů se zaměřením na Burzu cenných papírů Praha*. Praha, 2013. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta sociálních věd, Institut ekonomických studií.

<a href="http://www.akcie.cz">http://www.akcie.cz</a>	Informace o kapitálovém a finančním trhu ČR
<a href="http://www.bis.org">http://www.bis.org</a>	Banka pro mezinárodní platby
<a href="http://www.bloomberg.com">http://www.bloomberg.com</a>	Informační agentura
<a href="http://www.cnb.cz">http://www.cnb.cz</a>	Česká národní banka
<a href="http://www.czso.cz">http://www.czso.cz</a>	Český statistický úřad
<a href="http://www.ihned.cz">http://www.ihned.cz</a>	Zpravodajský server Hospodářských novin
<a href="http://www.imf.org">http://www.imf.org</a>	Mezinárodní měnový fond
<a href="http://www.kurzy.cz">http://www.kurzy.cz</a>	Informace o kapitálovém a finančním trhu ČR
<a href="http://www.oecd.org">http://www.oecd.org</a>	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
<a href="http://www.pse.cz">http://www.pse.cz</a>	Burza cenných papírů Praha

## **Seznam zkratek**

ADF – rozšířený Dickey-Fuller test

CAPM – Capital Asset Pricing Model

CZK – česká koruna

ČNB – Česká národní banka

DF – Dickey-Fuller test

EUR – euro

GBP – britská libra

JPY – japonský jen

KPSS - Kwitkowski, Philips, Schmidt a Shin test

OECD – Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj

PP – Philips-Perron test

PX – akciový index Burzy cenných papírů Praha

USD – americký dolar

## Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 26. 4. 2013

  
.....  
Bc. Ondřej Chládek



## Seznam příloh

Příloha 1: Vývoj aktiva CZK/EUR

Příloha 2: Vývoj aktiva CZK/USD

Příloha 3: Vývoj aktiva CZK/GBP

Příloha 4: Vývoj aktiva CZK/JPY

Příloha 5: Neočekávaně příznivý výsledek zahraničního obchodu (mld. Kč)

Příloha 6: Neočekávaně nepříznivý výsledek zahraničního obchodu (mld. Kč)

Příloha 7: Neočekávané zvýšení repo sazby ČNB (%)

Příloha 8: Neočekávané snížení repo sazby ČNB (%)

Příloha 9: Významný denní nárůst indexu PX (%)

Příloha 10: Významný denní propad indexu PX (%)

Příloha 11: Neočekávaně příznivý výsledek zahraničního obchodu – výpočet pro den D

Příloha 12: Neočekávaně příznivý výsledek zahraničního obchodu – výpočet pro den D+1

Příloha 13: Neočekávaně příznivý výsledek zahraničního obchodu – výpočet pro den D+2

Příloha 14: Neočekávaně příznivý výsledek zahraničního obchodu – výpočet pro den D+3

Příloha 15: Neočekávaně nepříznivý výsledek zahraničního obchodu – výpočet pro den D

Příloha 16: Neočekávaně nepříznivý výsledek zahraničního obchodu – výpočet pro den D+1

Příloha 17: Neočekávaně nepříznivý výsledek zahraničního obchodu – výpočet pro den D+2

Příloha 18: Neočekávaně nepříznivý výsledek zahraničního obchodu – výpočet pro den D+3

Příloha 19: Neočekávané zvýšení repo sazby ČNB – výpočet pro dny D a D+1

Příloha 20: Neočekávané zvýšení repo sazby ČNB – výpočet pro dny D+2 a D+3

Příloha 21: Neočekávané snížení repo sazby ČNB – výpočet pro den D

Příloha 22: Neočekávané snížení repo sazby ČNB – výpočet pro den D+1

Příloha 23: Neočekávané snížení repo sazby ČNB – výpočet pro den D+2

Příloha 24: Neočekávané snížení repo sazby ČNB – výpočet pro den D+3

Příloha 25: Významný denní nárůst indexu PX – výpočet pro den D

Příloha 26: Významný denní nárůst indexu PX – výpočet pro den D+1

Příloha 27: Významný denní nárůst indexu PX – výpočet pro den D+2

Příloha 28: Významný denní nárůst indexu PX – výpočet pro den D+3

Příloha 29: Významný denní propad indexu PX – výpočet pro den D

Příloha 30: Významný denní propad indexu PX – výpočet pro den D+1

Příloha 31: Významný denní propad indexu PX – výpočet pro den D+2

Příloha 32: Významný denní propad indexu PX – výpočet pro den D+3